



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO PAULO
CAMPUS DIADEMA

Matheus Barone Custódio da Silva
Gustavo Capelini de Oliveira

**Avaliação de fornecedores de óleo fúsel em um ambiente
multivariável com modelagem para aplicação na indústria.**

Diadema

2020

Matheus Barone Custódio da Silva

Gustavo Capelini de Oliveira

**Avaliação de fornecedores de óleo fúsel em um ambiente
multivariável com modelagem para aplicação na indústria.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como exigência parcial para obtenção de
Bacharel em Engenharia Química ao Instituto de
Ciências Ambientais, Químicas e Farmacêuticas
da Universidade Federal de São Paulo – Campus
Diadema.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo de Freitas
Fernandes Pontes

Diadema

2020

Oliveira, Gustavo Capelini de

Avaliação de fornecedores de óleo fúsel em um ambiente multivariável com modelagem para aplicação na indústria / Gustavo Capelini de Oliveira, Matheus Barone Custódio da Silva. - - Diadema, 2020.

58 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) – Universidade Federal de São Paulo – Campus Diadema, 2020

Orientador: Prof. Dr. Ricardo de Freitas Fernandes Pontes

1. Simulação 2. Logística 3. Mercado de Etanol 4. Cadeia de Suprimentos 5. Estudo de Mercado. I. Silva, Matheus Barone Custódio da. II. Avaliação de fornecedores de óleo fúsel em um ambiente multivariável com modelagem para aplicação na indústria.

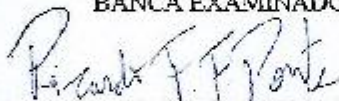
**MATTHEUS BARONE CUSTÓDIO DA SILVA
GUSTAVO CAPELINI DE OLIVEIRA**

**AVALIAÇÃO DE FORNECEDORES DE ÓLEO FÚSEL EM
UM AMBIENTE
MULTIVARIÁVEL COM MODELAGEM PARA
APLICAÇÃO NA INDÚSTRIA**

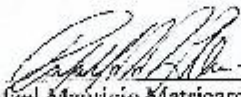
Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como exigência parcial para
obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Química, ao Instituto de
Ciências Ambientais, Químicas e
Farmacêuticas da Universidade Federal
de São Paulo -- Campus Diadema.

Aprovado em: 15/10/2020

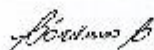
BANCA EXAMINADORA



Prof. Ricardo de Freitas Fernandes Pontes
Orientador



Prof. Rafael Maurício Matricarde Falleiro



Prof. Viktor Oswaldo Cárdenas Concha

Diadema (SP)
2020

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha mãe e a meu pai que foram fundamentais durante toda minha vida. Só foi possível chegar a esse momento com todo o apoio e o suporte que tive.

Agradeço a minha irmã, minha namorada, meus familiares e meus amigos que também foram fundamentais para que eu chegasse até aqui. Um agradecimento especial ao meu amigo Marcelo Godinho por sempre me ajudar a buscar mais conhecimento.

Ao Prof. Dr. Ricardo Pontes pelos grandes ensinamentos e também pela dedicação durante as correções ao longo deste trabalho.

A Universidade Federal de São Paulo, seu corpo docente, pelo aprendizado durante a graduação e oportunidade de participar nos projetos de iniciação científica e monitoria.

Ao Matheus Barone Custódio da Silva, pela grande amizade, companheirismo durante a graduação e elaboração desse trabalho.

Gustavo Capelini de Oliveira

Gostaria de começar agradecendo aos meus pais, avós e irmão Enrico Barone por todo o apoio que me deram nessa jornada de quase 6 anos. Graças aos seus conselhos, orientações e paciência eu consegui chegar onde estou hoje, e continuo contando para meus próximos desafios.

Agradeço imensamente a toda a turma da engenharia química 09 integral, pessoas que se tornaram amigos nos tempos de dificuldade e professores nas épocas de prova. Nossa união deixou a graduação muito mais leve e com absoluta certeza foi essencial para chegar até aqui.

Agradeço a todos os meus amigos da UNIFESP que me acompanharam nas aventuras fora da sala de aula, que me ajudaram a amadurecer como pessoa e a me desenvolver pessoalmente, graças a vocês eu fico feliz em dizer que me considero uma pessoa completamente diferente de quando entrei na faculdade, com diferentes ideais e perspectivas. Vocês me deram memórias que levarei comigo para sempre dentro do meu coração.

Agradeço às entidades CAUEQ, LAUD e EPEQ Jr. pelas pessoas incríveis que tive o prazer de conhecer que me ensinaram e me permitiram ensiná-las, por todas as experiências únicas que pude vivenciar, pela confiança que me foi depositada e por todos os laços que pude criar ao longo desses anos.

Agradeço aos meus professores da UNIFESP que sempre me trataram de forma humanizada e muitas vezes com carinho, se preocupando e dando a atenção que precisei para aprender os conteúdos e dando as devidas broncas quando necessário. Em especial agradeço ao Prof. Dr. Ricardo Pontes por toda a orientação e tempo dedicado a esse trabalho.

Deixo aqui um agradecimento especial para minha namorada Giovanna Cozzolino pela paciência, compaixão e suporte em todos os momentos difíceis dos últimos anos e dos que virão a seguir.

Por fim, agradeço ao meu amigo Gustavo Capelini por toda a amizade ao longo da graduação e estágio, por sua honestidade e por toda a parceria que foi fortalecida na realização desse trabalho.

Matheus Barone Custódio da Silva

RESUMO

Os subprodutos da indústria sucroalcooleira possuem utilidades diversas para a produção de químicos na indústria; na produção do etanol se destaca o subproduto óleo fúsel. Apesar de representar uma fração pequena frente aos volumes produzidos de combustível, ainda é uma fonte renovável importante de álcoois graxos no Brasil para as indústrias de transformação. Por ser um insumo sazonal que apresenta altos volumes, visto o tamanho da indústria de etanol, sua comercialização apresenta desafios uma vez que a maioria das matérias-primas de alto volume é transportada por tubovia ou possuem oferta suficiente para atender a demanda o ano todo. Como o óleo fúsel é uma matéria-prima de consumo contínuo, porém sua produção é sazonal, isso acaba gerando oportunidades de redução de custo para as empresas que compram o insumo. Pensando nisso, o presente trabalho teve como objetivo estudar a realização de compras desse subproduto por um período de tempo de médio prazo (3 anos), através da realização de simulações de compra nesse período foram elaborados cenários (Abastecimento, Economia, Desempenho de Fornecedor, Frete) onde se propõem mudanças e seus respectivos impactos financeiros, de forma a permitir que seja traçada uma estratégia competitiva para a compra de dita matéria-prima. Os cenários desenvolvidos nesse trabalho permitiram estimar economias anuais de 2,76% através da alteração do planejamento de consumo, 3,5% através do recorte de fornecedores por seu desempenho, 7,4% pela distribuição de volume entre fornecedores e 23,2 % pela avaliação do frete. Apesar dos valores serem estimados pode-se concluir que as abordagens realizadas podem trazer ganhos consideráveis se aplicados na indústria, e vale salientar que podem ser desenvolvidos outros estudos de otimização nessa cadeia de valor com as outras variáveis que não foram exploradas.

Palavras Chaves: simulação, logística, mercado de etanol, cadeia de suprimentos, estudo de mercado, estratégia de compra.

ABSTRACT

The by-products of the sugar-alcohol industry have various utilities for the production of chemicals in the industry, fusel oil stands out in the production of ethanol. Despite representing a small volume compared to the volumes of fuel produced, fusel oil is an important renewable source of fatty alcohols in Brazil for the processing industries. Due to its seasonal input and high volumes given the size of the ethanol industry, its commercialization presents challenges since most of the high-volume raw materials are transported by pipeline or have enough supply to meet demand all year round. As fusel oil is a raw material of continuous consumption but seasonal production, there are opportunities to reduce costs for the companies who buy it. Considering this, this work aimed to study the purchases of this by-product in a medium term period of time (3 years), through the accomplishment of purchase simulations in this period a variety of scenarios were elaborated with different focuses (Supply, Economy, Supplier Performance, Freight), for each scenario there are changes which are proposed alongside their respective financial impacts, in order to allow a competitive purchasing strategy to be made.. The scenarios developed in this work allowed us to estimate annual savings of 2.76% through a change in consumption planning, 3.5% through cutting suppliers by their performance, 7.4% by volume distribution among suppliers and 23.2% by freight evaluation. Although the values are estimated, it can be concluded that the approaches can bring considerable gains if applied in the industry, and it is worth noting that other optimization studies can be developed in this value chain with the other variables that were not explored.

Keywords: simulation, logistics, ethanol market, supply chain, market study, purchase strategy.

Lista de Figuras

Figura 1 Esquema simplificado de uma cadeia de suprimentos envolvendo estoques	7
Figura 2 Fluxo de bens e informação na cadeia de suprimentos.....	16
Figura 3 Representação de um volume de controle para uma planta de clorovinila.....	19
Figura 4 Fluxograma resumo da metodologia utilizada.....	22
Figura 5 Ambiente do Solver aplicado em maximização de valores	25
Figura 6 Ambiente do Solver aplicado na distribuição de fornecedores.....	29
Figura 7 Comparativo financeiro das simulações de sazonalidade (R\$).....	37
Figura 8 Comparativo Financeiro do Recorte de fornecedores por grupo	40
Figura 9 Comparativo financeiro entre as simulações de distribuição de volume	44
Figura 10 Comparativo financeiro entre o gasto médio mensal e preço/km*ton.....	48

Lista de Tabelas

Tabela 1 Campos de informação da base de dados	21
Tabela 2 Comparativo Financeiro	23
Tabela 3 Modelo de Simulação	24
Tabela 4 Grupo de Fornecedores.....	27
Tabela 5 Valores gastos e quantidades adquiridas mensalmente	31
Tabela 6 Média do preço e da quantidade mensal.....	32
Tabela 7 Cenário de consumo atual	33
Tabela 8 Cenário de consumo atual otimizando a quantidade comprada.....	34
Tabela 9 Produção relativa de etanol	35
Tabela 10 Simulação de consumo ajustada para a disponibilidade de etanol e quantidade de compra otimizada.....	35
Tabela 11 Simulação de consumo uniforme e quantidade de compra otimizada.....	36
Tabela 12 Cenário considerando apenas fornecedores do Grupo 1.....	38
Tabela 13 Cenário considerando apenas fornecedores do Grupo 2.....	39
Tabela 14 Cenário considerando apenas fornecedores do grupo 3	39
Tabela 15 Preço médio mensal resultado da otimização de distribuição	41
Tabela 16 Otimização de compra utilizando os preços médios da otimização de distribuição.....	42
Tabela 17 Preço médio mensal do cenário real sintetizado.....	43
Tabela 18 Otimização de compra utilizando os preços médios reais da otimização de distribuição ...	43
Tabela 19 Valor total gasto com cada transportadora	45
Tabela 20 Quantidade média mensal transportada por cada transportadora	46
Tabela 21 Deslocamento médio mensal transportada por cada transportadora.....	46
Tabela 22 Preço médio por tonelada por quilômetro com cada transportadora	47
Tabela 23 Preço médio dos fornecedores (R\$).....	53
Tabela 24 Distribuição ideal para cada fornecedor	55
Tabela 25 Distribuição real para cada fornecedor	57

SUMÁRIO

1	Introdução.....	1
2	Objetivos	3
3	Revisão bibliográfica.....	4
3.1.	Óleo fúsel	4
3.1.1.	Componentes do óleo fúsel	5
3.2.	Logística e a cadeia de suprimentos.....	6
3.3.	<i>Lead Time</i>	7
3.4.	Transporte.....	8
3.4.1.	Fatores de Planejamento	8
3.4.2.	Modais de transporte	9
3.4.3.	Modalidade de fretes.....	10
3.5.	Gerenciamento de Estoques.....	12
3.6.	Negociação de abastecimento.....	13
3.7.	Produção.....	14
3.8.	Estatística.....	16
3.8.1.	Tamanho amostral.....	16
3.8.2.	Medidas Representativas	17
3.8.3.	Regressão Linear e Correlação.....	17
3.9.	Balanço de Massa.....	18
3.10.	Simulação.....	20
4.	Materiais e Métodos	Erro! Indicador não definido.
4.1.	Sobrescritos e Subscritos de Variáveis	22
4.2.	Comparativo Financeiro.....	23
4.3.	Simulação do Planejamento de Compra pela Oferta de Mercado.....	24
4.4.	Simulação de Distribuição de Volume por Desempenho de Fornecedor	26
4.4.1	Redução do número de fornecedores	26
4.4.2	Distribuição de Volumes entre Fornecedores	27
4.5.	Análise de Frete.....	30
5.	Resultados e Discussão.....	31
5.1.	Cálculo do valor gasto no cenário atual em projeções.....	31
5.2.	Cálculo do valor gasto avaliando os fornecedores pela quantidade fornecida	38
5.3.	Avaliando os fornecedores.....	41
5.4	Frete.....	45
6.	Conclusão	49
7.	Referências Bibliográficas	51

1 Introdução

As empresas em todo o mundo estão procurando formas não tradicionais de aprimorar suas capacitações, em virtude da forte competição e da crescente demanda por qualidade e inovação nos mercados globais visando reduzir custos e aumentar sua margem de lucro. (HERCULES E PIRES, 2005). A visão tradicional de estudos sobre a cadeia de suprimentos inclui viés de racionalidade econômica, cuja abordagem, baseia-se nas atividades de armazenagem e de transportes, que são tratadas como meios para se alcançar eficiência no uso dos recursos, sem ponderar sobre seus impactos na capacidade competitiva das empresas. (SHIBAO, 2011).

Um gerenciamento de materiais bem feito objetiva garantir a disponibilidade de insumos no momento adequado durante a linha de processo e/ou necessidade produtiva. Entretanto, apesar de parecer simples, muitas empresas de larga escala de produção enfrentam dificuldades na gestão dos mesmos. Este é um fator crítico para o atendimento de uma empresa, no qual deve se dar atenção, pois pode afetar totalmente a cadeia de suprimentos e o resultado de uma companhia.

A otimização da operação de uma cadeia de suprimentos é uma prática comum realizada em qualquer tipo de negócio. Para o caso da indústria química, devido à grande escala de produção e subsequente vendas, este procedimento é imperativo para que a operação seja economicamente viável, visa a minimização de problemas, entre os quais pode-se citar a indisponibilidade do insumo, compras emergenciais, atrasos de atendimento e desgaste da relação com o cliente, que geralmente elevam os custos da compra e do frete envolvido. A garantia de disponibilidade de atendimento do volume de produto necessário e a prontidão de entrega são fatores chave para manter a competitividade do negócio. É comum, pedidos deixarem de ser atendidos devido a múltiplos fatores, como falta de estoque, falta de insumos para a produção ou até possíveis dificuldades logísticas (ZHAO et al., 2018).

A fim de se reduzir custos, uma indústria tende a comprar seus principais insumos em grandes quantidades e distribuir entre suas unidades produtivas de forma a atender toda a demanda. Com base nessa operação, um fabricante pode aceitar ou recusar pedidos com base em seu estoque de produto acabado e de matéria-prima. O objetivo da empresa será atender o maior número de pedidos possíveis de forma a coordenar a entrada e saída de material acabado ou cru nas unidades de produção. A cadeia de suprimentos é um tópico de estudo da

área de agendamento e produção, porém muito dos estudos elaborados focam apenas no final da cadeia com a disponibilidade de estoque apenas do produto acabado, e pouca literatura a respeito de restrições no abastecimento de matéria-prima pode ser encontrada (ZHAO et al., 2018).

Com o intuito de explorar problemas encontrados na restrição de abastecimento como fator chave para a cadeia produtiva, se justifica a realização desse trabalho. Assim, este Trabalho de Conclusão de Curso visa avaliar os principais fatores que influenciam o abastecimento efetivo dos insumos que serão consumidos pelo processo de produção, focando em como as falhas da cadeia de suprimentos podem chegar a afetar o atendimento da demanda de uma empresa em um cenário de pouco investimento voltado para o funcionamento interno.

2 Objetivos

Para este trabalho, será realizado um estudo de caso em uma indústria química objetivando analisar os custos das operações e as restrições no processo de compra da matéria-prima óleo fúsel. O trabalho busca estudar as variáveis da base de dados que refletem o processo logístico afim de elaborar um modelo que descreva satisfatoriamente o processo. A análise do modelo propõe ações estratégicas de fornecimento baseadas em simulações para que o produto final tenha uma margem maior e se torne mais competitivo no mercado.

2.1 Desafios

Os desafios estão relacionados com o mercado que tem suas limitações quanto à disponibilidade da matéria-prima, à localidade de cada fornecedor, à quantidade e qualidade do produto ofertada por cada fornecedor, pois todos são variáveis desse processo. É necessário entender a dinâmica de consumo, a capacidade de estoque em armazéns externos e tancagem da unidade industrial, o planejamento e demanda de vendas dos produtos acabados para entender a real necessidade de compra. Dessas atividades, também será avaliado como o frete cobrado por cada transportadora irá permitir a escolha da melhor rota, e do melhor veículo levando em consideração o tempo de viagem, resultando na definição da data necessária para o início da produção.

Os diversos cenários de abastecimento a serem testados tem como desafio estruturar um projeto que poderá ser utilizado como base para tomadas de decisões em uma cadeia de suprimentos com restrições análogas as estudadas no trabalho.

3 Revisão bibliográfica

Essa revisão tem como intuito introduzir alguns conceitos comuns de logística e negociação assim como informações específicas sobre estratégias de produção e a matéria-prima objetivo do trabalho.

Um conceito levado para a metodologia do trabalho é o Princípio de Pareto, elaborado pelo economista Vilfredo Pareto, o princípio é baseado nas demonstrações de Pareto que 80% das riquezas produzidas por uma nação são distribuídas entre 20% da população (RALPH & CRAFT, 2002).

3.1. Óleo fúsel

No Brasil, a produção de álcool etílico como fonte alternativa de combustível foi impulsionada a partir da década de 70, devido às políticas públicas implantadas no setor como consequência da crise do petróleo (CRAVO, 2012). Durante o processo de fabricação de etanol ocorre a geração de diversos resíduos, dentre eles o óleo fúsel, sendo esse a fração menos volátil obtida no processamento do álcool combustível. É um subproduto produzido na fermentação alcoólica e retirado nas colunas de retificação (FERREIRA, 2018). A proporção média de óleo fúsel é estimada em 2,5 litros cada 1000 litros de álcool (PEREZ, 2001). Em 2004, o Brasil produziu 25 bilhões de litros de álcool, gerando cerca de 62,5 milhões de litros de óleo fúsel (GARCIA, 2008).

De acordo com Cravo (2012) o Óleo fúsel é um resíduo que contém principalmente álcoois superiores de C3-C5, cuja origem se dá a partir da decomposição de aminoácidos durante a fermentação. É um líquido de coloração geralmente clara, podendo apresentar colorações esbranquiçadas ou amareladas, odor característico e desagradável, além de ser pouco solúvel em água. É caracterizado como sendo um líquido oleoso, possuindo aproximadamente 60 % em massa de álcoois na faixa de destilação entre 122 °C e 138 °C. Durante o processo de destilação do etanol, ocorre a concentração dos álcoois superiores na coluna, logo esses devem ser removidos para não prejudicar a sua operação.

Sua principal aplicação é na obtenção de álcool isoamílico, sendo esse uma matéria-prima para a síntese de acetato de amila ou isoamila, frequentemente usados como fixador para perfumes (GÜVENÇ et al., 2007). Também existem relatos do seu uso na produção de ésteres por meio de processos químicos (AZANIA, 2007). Em sua composição podem ser

encontrados mistura de álcoois, tais como o etílico, amílico, isoamílico, propílico, butílico, etc. De acordo com ALMAZAN et al. (1998), o álcool amílico, isoamílico, n-butanol e outros compostos podem ser separados em um outro processo de destilação, mostrando algumas vantagens econômicas. Entretanto, este outro processo de destilação não é realizado pelas usinas, e sim nas empresas que adquirem o produto para comercializá-lo (AZANIA, 2007).

Segundo PATIL et al. (2002), citado por Cravo (2012), a quantidade de álcoois superiores gerados durante a fermentação alcoólica depende do método de preparação do caldo usado para a fermentação e das condições ambientais utilizadas durante o processo de fermentação.

Patil et al. (2002) listaram alguns fatores que influenciam a formação de álcoois superiores durante a fermentação:

- a) Condição de fermentação com baixos níveis do nutriente nitrogênio produz altas quantidades de óleo fúsel;
- b) A quantidade de óleo fúsel aumenta com tempos de fermentação mais longos. No caso da fermentação da cana-de-açúcar, a concentração de óleo fúsel atinge um valor máximo durante o processo que se mantém constante até o fim;
- c) Um longo intervalo de tempo entre a fermentação e a destilação tende a aumentar a quantidade de álcoois superiores formados;
- d) Alguns microrganismos podem reduzir significativamente a quantidade de óleo fúsel formado. Entretanto a utilização desses acarreta uma redução no rendimento de etanol.

3.1.1. Componentes do óleo fúsel

De acordo com os resultados obtidos por Azania (2007) o componente listado pela literatura encontrado em maior porcentagem no óleo fúsel é o álcool isoamílico. Este álcool é o responsável pelo preço de venda do óleo fúsel, pois é com base na quantidade de álcool isoamílico que o produto é valorizado. Sua utilização é maior em indústrias químicas na fabricação de perfume, como extrator, solventes e tintas., O óleo fúsel é um líquido incolor, de odor característico desagradável adocicado, com ponto de ebulição de 132°C, densidade de 0,81 g cm³ (20°C), sendo estável sob condições normais (Sigma-Aldrich). O etanol geralmente é o segundo maior componente do óleo fúsel. O álcool isobutílico ou iso-butanol é geralmente, do ponto de vista quantitativo, o terceiro principal componente do óleo fúsel. A utilização, segundo a TRIBUNA IMPRESSA (1999), se dá geralmente para fluidos

hidráulicos e como intermediário na indústria de ésteres isobutílicos, que servem como plastificantes e na fabricação de perfumes, conferindo aromas de rum, banana e outros aromas de frutas. Também é empregado como solvente na preparação de adesivos, na indústria farmacêutica e para vernizes, tintas e removedores. De acordo com dados da Sigma-Aldrich o álcool isobutílico é um líquido incolor, com odor fraco e característico, com ponto de ebulição de 107,9°C densidade de 0,80 g cm³ (20°C).

3.2. Logística e a cadeia de suprimentos

Pode-se considerar a logística como um conjunto de operações baseadas no planejamento e que visa aperfeiçoar e controlar a armazenagem desde aquisição da matéria-prima até o consumo final, facilitando o fluxo de insumos, no fluxo de informações e no fluxo financeiro associado a esse processo, desde o fornecedor de matéria-prima até o cliente final, com o objetivo de atender as necessidades do cliente no tempo certo e ao menor custo possível. (MOURA, 2013). Especificamente, são sete os objetivos do serviço logístico, denominado de sete R's: Entregar o produto correto, na quantidade solicitada, dentro do tempo de entrega acordado, na qualidade certa (sem avarias), para o cliente certo, no local especificado e a um custo aceitável (ALCANTARA, 2015). A logística ganha uma nova abordagem, envolvendo a integração de todas as atividades ao longo da cadeia de valores: desde a geração de matérias-primas ao cliente final. Deixa de ter um enfoque operacional para adquirir um caráter estratégico. Neste contexto, a gestão da cadeia de suprimentos, ou *supply chain management (SCM)*, apresenta-se como resposta a este novo contexto de competitividade (DI SERGIO, 2007).

O fluxo de informações é um elemento de grande importância nas operações logísticas. Pedidos de clientes e de ressarcimento, necessidades de estoque, movimentações nos armazéns, documentação de transporte e faturas são algumas das formas mais comuns de informações logísticas (BALLOU, 1999). Antigamente, o fluxo de informações baseava-se principalmente em papel, resultando em uma transferência de informações lenta, pouco confiável e sujeita a erros. O custo decrescente da tecnologia, associado a sua maior facilidade de uso, permite as empresas poder contar com meios para coletar, armazenar, transferir e processar dados com maior eficiência, eficácia e rapidez. A transferência e o gerenciamento eletrônico de informações proporcionam uma oportunidade de reduzir os custos logísticos através da sua melhor coordenação. Além disso, permite o aperfeiçoamento do serviço baseando-se principalmente na melhoria da oferta de informações aos clientes (NAZARIO, 1998). O ciclo se completa quando o pedido feito pelo cliente é processado

administrativamente, incluído na programação do estoque e enviado ao cliente pelo meio de transporte adequado, se repetindo conforme novos pedidos forem requisitados. A integração das atividades é fator essencial para que o serviço seja adequado (BALLOU, 1999).

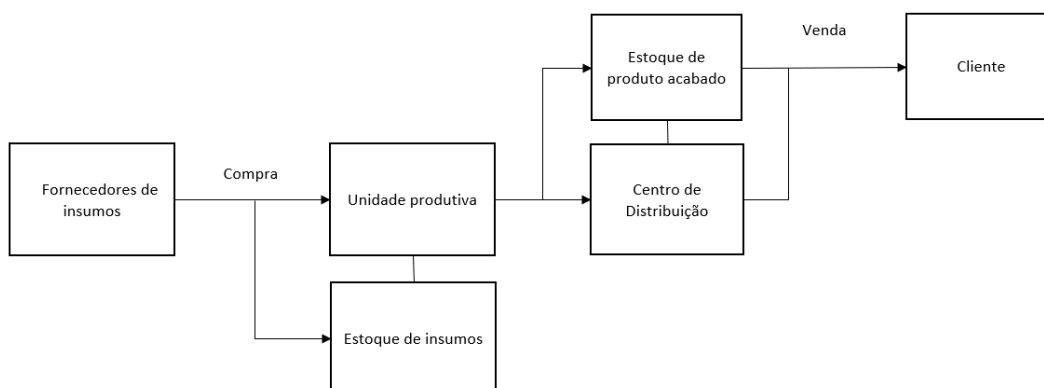
As três atividades bases, ou também chamadas atividades primárias, consistem em transporte, manutenção de estoques e processamento de pedidos. Os principais gastos logísticos estarão concentrados nessas categorias, onde transporte representa cerca de 50% do gasto logístico e manutenção do estoque pode chegar até 40%. Em um panorama geral o gasto logístico é um fator decisivo para a competitividade de uma empresa, pois é inerente a todos os processos de movimentação, logo, uma má gestão tem potencial de grande impacto no resultado comercial (PAURA, 2012).

A redução de custos logísticos tem se tornado um critério qualificador e o nível de serviço é um critério cada vez mais importante e diferenciador entre as atividades logísticas de uma empresa, ou seja, um critério ganhador de pedido. (GERALDO et al, 2012).

3.3. *Lead Time*

O *Lead Time* é todo o tempo de espera relacionado ao transporte da mercadoria, seja ela matéria-prima ou produto acabado e é composto do tempo de produção, de transporte de cada etapa e o de processamento humano de cada operação, que é dependente do tipo de mercadoria. O conjunto de processos que compõem o *Lead Time* é dependente do modelo de manufatura adotado, determinando as etapas pertinentes ao atendimento do pedido. Para o atendimento de um pedido como um todo, essas etapas se resumem àquelas do esquema da Figura 1.

Figura 1 Esquema simplificado de uma cadeia de suprimentos envolvendo estoques



Fonte: Elaborado pelo autor.

Na Figura 1, todos os participantes podem ter um tempo de processamento interno do material, porém as etapas mais demoradas são majoritariamente as reservadas à parte de transporte, representada pelas linhas. Para a etapa de compra de múltiplos insumos, o *Lead Time* efetivo é baseado no item de maior tempo para atendimento.

Há um grande esforço no mercado para se ter confiabilidade no *Lead Time* informado aos clientes, sendo comum em alguns casos a aplicação de multas para atrasos de fornecimento de itens críticos. Infelizmente, é comum a presença de imprevistos em qualquer etapa da cadeia, como quebra de maquinário, qualidade do produto acabado, problemas de transporte internos, externos e até a ineficiência no fluxo de informações. (Boute, Disney, Lambrecht, & Houdt, 2014)

3.4. Transporte

3.4.1. Fatores de Planejamento

O transporte é um fator importante, uma vez que todo tipo de planejamento irá envolver a movimentação de materiais entre os locais de interesse do negócio. Pode-se simplificar o fluxo começando pela compra da matéria-prima, o transporte até a planta produtora, e por último o transporte do produto acabado para o cliente (PAURA, 2012). Dentre os custos logísticos das empresas, o transporte representa, em média, cerca de 60 % de acordo com Nazário (2000). O transporte também desempenha um papel importante no fornecimento de serviço ao cliente. Dessa forma, iniciativas como a intermodalidade (integração de vários modais de transporte) e o surgimento de operadores logísticos, ou seja, de prestadores de serviços logísticos integrados, apresentam relevante importância para redução dos custos de transporte, pois geram economia de escala ao compartilhar sua capacidade e seus recursos de movimentação com vários clientes (RIBEIRO, 2002).

De acordo com Guerreschi (2000), para organizar um sistema de transporte é preciso ter uma visão sistêmica, que envolve planejamento. Mas para isso é preciso que se conheçam: os fluxos nas diversas ligações da rede; o nível de serviço atual; o nível de serviço desejado; as características ou parâmetros sobre a carga; os tipos de equipamentos disponíveis e suas características (capacidade, fabricante etc.); e os sete princípios ou conhecimentos, referentes à aplicação do enfoque sistêmico. Quanto aos parâmetros de carga, os principais elementos são: peso e volume, densidade média; dimensão da carga; dimensão do veículo; grau de fragilidade da carga; grau de perecibilidade; grau de periculosidade; estado físico; assimetria;

e compatibilidade entre cargas diversas. Sendo assim, pode-se observar que no transporte de produtos, vários parâmetros precisam ser observados para que se tenha um nível de serviço desejável pelo cliente. Dependendo das características do serviço, será feita a seleção de um modal de transporte ou do serviço oferecido dentro de um modal. A seleção de um modal de transporte pode ser usada para criar uma vantagem competitiva do serviço.

3.4.2. Modais de transporte

Os três principais modais de transporte de cargas utilizados no mundo são: hidroviário, rodoviário e ferroviário. É necessário avaliar qual modal é o mais adequado para determinado tipo de operação, pois possuem especificidades inerentes ao seu respectivo processo de transporte e por consequência diferentes grandezas de custo. Os critérios para a escolha do modal a ser utilizada devem considerar as características do serviço e os custos envolvidos. (WANKE & FLEURY, 2006).

Rodoviário

Segundo Bustamante (1999) "Este setor caracteriza-se pela flexibilidade operacional com reduzidas restrições de acessibilidade provocadas normalmente por questões de segurança operacionais ou topográficas". Esse modal é o mais utilizado no transporte de cargas no Brasil, dado que tem um alcance em praticamente todo o território nacional. No Brasil, desde a década de 50, houve um expressivo crescimento do modal, pela chegada de diversas indústrias automobilísticas no país e de obras de pavimentação, que passou a ser o mais utilizado. (RIBEIRO, 2002).

Apresenta pequenos custos fixos, uma vez que a construção e a manutenção de rodovias dependem do poder público e seus custos variáveis (por exemplo, combustível, óleo e manutenção) são medianos (WANKE & FLEURY, 2006). O modal rodoviário tem como principais vantagens conseguir realizar o transporte do ponto inicial ao ponto final do trajeto de maneira geral e com isso tem maior maleabilidade para se adequar aos prazos necessários. Apresenta como principal desvantagem a capacidade de transportar pequenas cargas em comparação aos modais hidroviário e ferroviário. (RIBEIRO, 2002).

Segundo Colavite e Konishi (2015) apesar de o transporte rodoviário ser majoritário no Brasil, isso não significa que ele apresente a melhor qualidade, de acordo com dados do DNIT (2006) o Brasil possui 1.603.031 milhões de Km em rodovias, no entanto, apenas 196.280 km são pavimentados o que representa aproximadamente 12,4% do total. Sem contar que de acordo com um estudo realizado pela CNT (2007), identificou que 74,9% da malha

viária possui algum tipo de problema ou comprometimento e sendo avaliado seu estado de conservação como péssimo, ruim ou deficiente. O baixo índice de rodovias pavimentadas impacta diretamente nos custos de operação do setor, com impacto direto no preço dos produtos seja para o comércio local ou internacional, comprometendo a competitividade dos setores dependentes exclusivamente deste modal.

Ferroviário

Segundo Bustamante (1999) o modal ferroviário é caracterizado por sua capacidade de movimentar grandes volumes com eficiência energética, principalmente em longas distâncias, o sistema ferroviário de transporte de cargas apresenta boa segurança em relação ao rodoviário, com menores índices de acidentes e roubos de carga. Apresenta custos fixos elevados, em decorrência de substanciais investimentos em trilhos, terminais, locomotivas e vagões. Seus custos variáveis são pequenos (WANKE & FLEURY, 2006). De acordo com Ribeiro (2002) embora o custo do transporte ferroviário seja inferior ao rodoviário, este ainda não é amplamente utilizado no Brasil, como o modo de transporte rodoviário. Isto se deve a problemas de infraestrutura e a falta de investimentos nas ferrovias.

Hidroviário

O transporte hidroviário se caracteriza por utilizar lagos, rios e oceanos para o deslocamento de pessoas e mercadorias dentro do mesmo país ou entre diferentes nações. Pode ser classificado basicamente em dois sistemas de transporte: o marítimo, que abrange a circulação na costa oceânica e o fluvial, que utiliza os rios navegáveis (COLAVITE & KONISHI, 2005). Apresenta capacidade de operar com diferentes volumes e variedade de produtos, por que o modal aquaviário não apresenta limites sobre o tipo de produto que pode transportar, assim como o volume que pode atingir centenas de milhares de toneladas (WANKE & FLEURY, 2006). Por consequência, apresenta custo fixo médio (navios e equipamentos), custo variável baixo (capacidade para transportar grande quantidade de tonelagem) e os custos de perdas e danos são considerados baixos (RIBEIRO, 2002).

3.4.3. Modalidade de fretes

Um fator importante a ser considerado quando se tratando do transporte de mercadorias é definir quem será responsável por arcar com os custos do transporte e também dos impostos atribuídos a carga. No mercado, são utilizados termos abreviados, também chamados de Incoterms, para informar de forma clara e rápida qual a modalidade de entrega

da mercadoria. Esse sistema foi elaborado pela Câmara Internacional de Comércio (ICC) como uma tentativa de harmonizar os códigos utilizados em negociações internacionais. A partir de 2004 com a alteração da legislação dos Estados Unidos da América os Incoterms passaram a ser considerados de fato como regras de frete globalmente, podendo em diversos casos ser utilizado para o comércio doméstico de um país. A versão vigente das regras dos Incoterms é a de 2010 que separa dois grupos de classificação sendo um deles utilizado para transportes multimodais que não incluam transporte marítimo, e outro grupo que contempla os métodos de transporte marítimos onde o ponto de embarque e desembarque do produto são dois portos distintos. (Commerce, 2019)

A principal diferença entre os Incoterms é a responsabilidade dos custos do transporte principal. Quando o vendedor se encarrega da entrega do material, as duas modalidades mais comuns de entrega são CIP (*Carriage Insurance Paid*) e DDP (*Delivered Duty Paid*), a única diferença entre essas modalidades está no pagamento dos impostos. Enquanto CIP apenas inclui o transporte principal e seguro, o termo DDP garante que todas as despesas alfandegárias e de transporte já estão presentes no preço pago pelo cliente. Quando a responsabilidade pelo custo de transporte fica com o cliente, esse tipo de negociação utiliza geralmente os termos FOB (*Free On Board*) ou *EX-Works*. O último termo apesar de ser pouco utilizado, é relativamente simples de entender visto que o fornecedor não tem obrigatoriedade nenhuma no processo de compra, apenas a disponibilidade de retirada do produto pelo cliente, pelo outro lado o termo FOB é muito utilizado em importações, onde o fornecedor é responsável pelas despesas do país de origem até a entrega no navio do cliente, quando toda a responsabilidade da mercadoria passar a ser do cliente até chegar a sua unidade consumidora. (Commerce, 2019)

Ainda deve se considerar dentro de transporte logístico o fator tempo que é representado pelo *Lead Time*, geralmente expresso em dias, que é o tempo mínimo para que um produto esteja disponível para consumo na unidade. O *Lead Time* é uma combinação do tempo de atendimento do fornecedor com suas responsabilidades da negociação de transporte com o tempo de trânsito do produto. Em casos de importação, ao menos no Brasil, há o tempo de desembaraço onde a carga deve ser declarada para a Receita Federal Brasileira. Esse processo geralmente é demorado e deve também ser adicionado ao tempo de espera para consumo.

3.5. Gerenciamento de Estoques

A manutenção dos estoques é um processo logístico muito importante que se relaciona diretamente com a cadeia produtiva da empresa, afetando áreas como compras até a produção. O estoque é um grande receptor de investimentos do setor logístico, uma vez que se trata principalmente do desenvolvimento da infraestrutura capaz de armazenar insumos, sendo essas matérias-primas ou produtos acabados. Um volume mal planejado ou mal gerido pode trazer prejuízos que prejudicam a operação de venda, visto que na maioria dos casos os estoques devem ser otimizados para evitar volumes parados ou a falta de atendimento de pedidos devido à falta de estoque.

Quanto ao investimento no estoque, deve-se analisar cuidadosamente a necessidade e o tempo de retorno do investimento, uma vez que o investimento deve ter um grande tempo de aplicação, a sazonalidade de oferta e demanda envolvida incrementa a dificuldade e risco do investimento. Um conceito importante é que o investimento em estoque permite adaptar-se as situações de mercado com maior facilidade, visto que o mesmo torna mais fácil realizar compras de grandes volumes em épocas favoráveis e reduzir a compra nos períodos de alta de preço. O risco envolvido nesse tipo de investimento leva à grande procura por terceirização de serviços de transporte e tancagem, sendo a última muito utilizada hoje na indústria, principalmente em terminais portuários para o recebimento de mercadorias.

O aluguel de tanques em portos é uma maneira das indústrias permitirem a importação de grandes volumes de insumos, por meio de navios graneleiros. Ao comprar uma mercadoria a granel, o material vem armazenado em um tanque fixo do navio. Em terra, é responsabilidade do importador a realocação do material em terra em tanques, ou o encaminhamento do material direto à planta industrial após o desembarço alfandegário. Essa eliminação de embalagens de transporte como os conhecidos isotanques ou tambores diminui drasticamente o valor pago na mercadoria. Isso já limita em muitos casos as importações, uma vez que o tipo de embalagem é grande parte do custo, e apenas grandes consumidores são capazes de trazerem volumes de materiais a preços competitivos de uma maneira periódica e constante. A fim de se aproveitar o máximo da utilização de um armazém de material, é preferível que a localização dos armazéns seja próxima ao local de manufatura ou a pontos de distribuição. (Paura, 2012)

Os tipos de estoque podem ser descritos como:

- a) Estoque de matéria-prima: Inclui todos os itens adquiridos por uma companhia que devem ser processados ou trabalhados, inclui embalagens, utilidades e insumos no exemplo de uma indústria química.
- b) Estoque em progresso: Consiste de um estágio intermediário do material sendo processado, em que o produto não está em seu estágio final e ainda necessita de alguma etapa de processamento para ser finalizado, pode ocorrer em casos onde o produto não acabado é vendido para outro produtor ou também pela falta de integração das unidades operacionais, havendo necessidade de transporte do material.
- c) Estoque de material acabado: Compreende todo o volume de material acabado pronto para ser transportado ou em tanques de armazenamento da unidade produtiva. O tamanho desse estoque depende da coordenação entre as vendas e os programadores de produção. (Afolabi, Onifade, & F., 2017)

3.6. Negociação de abastecimento

Ao se falar da garantia do abastecimento de uma planta, os setores responsáveis têm opções de abordagem do problema. Quando a negociação é feita frequentemente por não se ter condições comerciais estabelecidas, a empresa corre risco de depender de um único fornecedor. Ao se obter matéria-prima de um único *player* do mercado esse fenômeno é conhecido como *single-source*, havendo riscos de falta de abastecimento por conta da falta de material desse produtor pontual ou condições comerciais muito pouco competitivas.

É de feitio de muitas empresas negociarem contratos de abastecimento para matérias-primas chave do processo, assim a empresa contratada tem a obrigação legal de fornecer material ou cobrir os custos adicionais de se adquirir de um outro produtor mais caro. Contratos podem existir devido as restrições do local de consumo, como por exemplo haver um único fornecedor de gás natural em um mesmo parque industrial. Outro fator determinante para a adoção de contratos de abastecimento se dá no risco associado ao não abastecimento do insumo para um consumidor.

Em cenários de múltiplos fornecedores os contratos são uma maneira de garantir grandes volumes de compra e venda, porém diferentemente do mercado de *commodities*, os mercados de derivados possuem maior espaço de movimentação na hora de uma empresa

decidir quem irá abastecê-la, aumentando a concorrência entre fornecedores pelos clientes de grande porte.

3.7. Produção

A logística dentro da cadeia de suprimentos participa de ações com diversas áreas e não apenas marketing por conta do atendimento das vendas. Uma sinergia importante na cadeia é entre a produção e logística, uma vez que o principal ponto em comum é o estoque de produto acabado, logo, uma ação logística não teria cabimento em um cenário que o estoque simplesmente não é capaz de atender uma demanda devido a erro de planejamento ou em casos de total capacidade produtiva. Como se pode notar, todo o fluxo de informação e material dentro de uma empresa deve ocorrer de maneira efetiva para que seja possível o mínimo atendimento, logo, o aumento de rendimento e efetividade pode ser aplicado a todas as etapas da cadeia de suprimentos, obtendo ganhos expressivos de efetividade e capital.

Outro setor essencial para garantir um alto rendimento de serviço está na produção, área que envolve diversos setores da cadeia de suprimentos desde a reposição de matéria-prima, o plano mestre de consumo e produção, até o plano de demanda. Todos esses setores apesar de não serem diretamente gerenciados pela logística, estão em uma categoria maior e relativamente moderna, chamada de cadeia de suprimentos. Segundo (Paura, 2012), a cadeia de suprimentos envolve todos os agentes internos ou externos que participam do trabalho de compra e venda de materiais, classificando suprimentos como uma evolução da logística, integrando as visões internas e externas dentro de uma companhia.

A produção é a efetiva responsável pela transformação dos esforços de aquisição em produtos que viabilizam a atuação da logística. Entre as atividades que possuem relação direta com o processo produtivo, destaca-se o gerenciamento de materiais, atividade que tenta garantir a disponibilidade do produto ou matéria-prima quando necessária, ou seja, quando se espera que uma quantidade de material ou um trabalho seja atendido em determinado tempo. Vale ressaltar que essa atividade de gerenciamento de materiais não é exclusivamente uma responsabilidade do setor logístico, mas sim uma parte da área do estudo chamado de logística. Nas empresas tradicionais o setor de nome “logística” geralmente concentrado no atendimento de transporte.

É comum na maioria das empresas que exista uma área de planejamento, a qual fica responsável pelo gerenciamento de materiais descrito acima. Dentre as atividades

realizadas por essa área operacional está a definição de estratégia de produção de cada produto disponível da companhia, levando em conta fatores como tempo de processo, *Lead Time* de matérias-primas e a existência de tancagem de produto acabado. As estratégias de produção clássicas empregadas podem ser vistas como:

- a) *Assemble to Order (ATO)* – Esse modelo é conhecido pela sua alta efetividade em atender demandas de produtos customizados, tendo grande aplicação na indústria de tecnologia de ponta e também automobilística. Nesse caso as peças prévias à montagem do produto finalizado são produzidas com o objetivo de criar estoques, e apenas a última etapa de montagem é a que efetivamente atende ao pedido. O produto é montado para atender requerimentos específicos do cliente, implicando uma quantidade finita de possibilidades de produtos acabados com base nos insumos estocados disponíveis. Em um ambiente produtivo, para se manter competitivo, deve-se conseguir atender os pedidos de forma rápida sem aumentar demais o custo para o cliente. Apesar de ser menos comum na indústria química, existe a fabricação de produto químico especializado, e esse tipo de segmento na indústria é chamado de especialidades, produtos específicos às necessidades de um único cliente. (Grigoriev, Holthuijsen, & Klundert, 2005)
- b) *Make to Order (MTO)* – Nesse ambiente, é comum que a compra de todas as matérias-primas seja feita por pedido de cliente. Portanto, é possível determinar a data de entrega a partir do momento em que todos os insumos necessários para a manufatura estejam no local desejado. Porém, em casos onde a reposição dos insumos não é vinculada à chegada dos pedidos, esse tipo de operação tem dificuldades para estimar consistentemente os prazos de atendimento de pedido. (Grigoriev, Holthuijsen, & Klundert, 2005)
- c) *Make to Stock (MTS)* – Esse é o ambiente mais comum e utilizado em setores de commodities. É também aplicado para insumos negociados em larga escala ou em indústrias que se especializam em apenas um tipo de produto e sejam os únicos fornecedores em uma dada região. Consiste basicamente na fabricação para um armazém, onde o produto acabado fica armazenado até a chegada do pedido do cliente. Esse tipo de manufatura sempre possui um estoque de segurança, a fim de reduzir impactos em caso de desabastecimento na cadeia de suprimentos. (Grigoriev, Holthuijsen, & Klundert, 2005)

Os três modelos propostos são os mais presentes e utilizados para classificar qualquer tipo de manufatura, sendo que a principal diferença entre eles está na interação entre a tecnologia envolvida com o mercado. O modelo *MTS* é o que tem a menor interação e o *MTO* é aquele com a maior interação. Já o *ATO* representa um híbrido entre os dois modelos, onde

partes intermediárias são montadas conforme a previsão de demanda e a montagem final pode ser adiada de acordo com a quantidade de pedidos dos clientes. (Wemmerlöv, 1984)

O modelo mais sustentável e que mais cresceu como tendência é o modelo *Just in Time*, onde o produto é transportado diretamente do processo de manufatura até o cliente, sem nenhum tempo de armazenagem. Em contrapartida, a globalização tem aumentado a distância tanto física quanto produtiva entre os materiais, dificultando a abordagem de redução de estoques. Porém, isso não significa que não há espaço para a adaptação mais sustentável do modelo de estoques que é utilizado hoje. (Afolabi, Onifade, & F., 2017)

(Ballou, 1997) exemplifica o fluxo de informações no canal de suprimentos pela Figura 2:

Figura 2 Fluxo de bens e informação na cadeia de suprimentos



Fonte: BALLOU, Ronald. Logística Empresarial. Editora Atlas, p.60, 1997.

A maior dúvida em relação à programação da produção está em quanto produzir, quando produzir e onde produzir. Isso geralmente ocorre devido à capacidade de produção de uma empresa ser limitada e, muitas vezes, geograficamente dispersa, e ainda à dificuldade de prover as mercadorias certas no instante e local necessário para a manufatura. A programação da matéria-prima para que o processo produtivo possa ter início, afeta diretamente a eficiência com que o processo de transformação é executado.

3.8.Estatística

3.8.1. Tamanho amostral

Amostragem é o processo de extração de informação dos elementos amostrais, seguindo-se um método de colheita de dados. O método mais simples estatístico para a coleta de dados é chamado de Amostragem Simples ou Ocasional, é um método onde todos os dados

da tem a mesma chance de serem escolhidos para análise. Para isso, todos os dados da população devem estar numerados e o processo de escolha deve ser realizado através de uma Tabela de Números Aleatórios. Outro tipo de amostragem mais robusta é o método por conglomerados, esse método é adequado em casos onde o a análise da população como um todo traz resultados pouco interessantes quando comparada a uma análise de subgrupos, um exemplo corriqueiro de conglomeração são quarteirões, condomínios ou faixas etárias. (Lopes, 2003)

3.8.2. Medidas Representativas

São medidas descritivas que representam uma característica de um conjunto de dados. Dentre as medidas representativas temos as médias aritméticas e geométricas.

A média aritmética tem um valor entre o maior e menor valor de uma série de dados, é mais adequada para conjunto de dados de mesma magnitude e quando se espera que o conjunto tenha conformidade de valores (poucos valores distantes da média do conjunto). A soma algébrica dos desvios calculados entre os valores observados e a média aritmética é zero.

Já a média geométrica é mais adequada em um cenário em que os valores do conjunto de dados se comportam de acordo com uma progressão geométrica ou de forma próxima. As propriedades da média geométrica são semelhantes a da aritmética, com a principal diferença que se deve usar multiplicações para efeitos satisfatórios de comparação. (Lopes, 2003)

3.8.3. Regressão Linear e Correlação

Constitui na elaboração de uma equação matemática linear que descreva o comportamento de uma ou mais variáveis, embora seja mais comum sua utilização para relações simples (envolvendo duas variáveis), é possível adaptar o método para acomodar sistemas mais complexos. A equação de regressão tem como principal funcionalidade a previsão de valores da variável estimados em cenários hipotéticos.

Modelo de regressão:

$$Y_i = a.X_i + z \quad (\text{Equação 1})$$

Y_i = Valor estimado

a = Coeficiente angular

X_i = Variável Independente

z = Coeficiente Linear

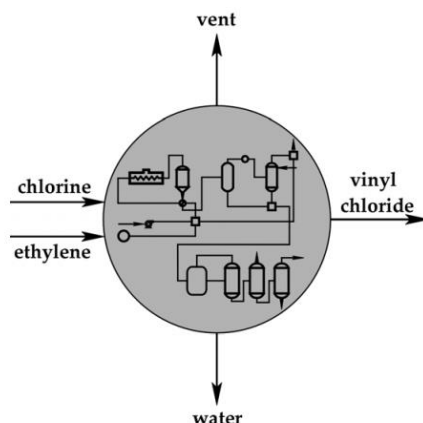
O coeficiente de regressão (r^2) é um cálculo numérico que indica o grau de relação entre o número previsto pelo modelo matemático e a base de dados da qual foi modelada a regressão, o coeficiente varia de 0 a 1, sendo 0 nenhuma correlação e 1 uma correlação perfeita com 100% de previsibilidade. Em um exemplo de regressão envolvendo potência de bomba e a vazão de um fluido, um coeficiente de 0,9 indica que 90% das previsões de vazão são explicadas pela potência da bomba, enquanto 10% das previsões não são correlacionadas a potência da bomba. (Lopes, 2003)

3.9. Balanço de Massa

Processos químicos são inerentemente complexos, no qual as matérias-primas são preparadas, aquecidas, pressurizadas e reagidas com outras matérias-primas, e os produtos também passam por ajustes e eventual separação de acordo com a especificação desejada. A conexão entre os diferentes tipos de procedimentos presentes em um processo químico é feita através de tubulações, e o esquema todo do processo pode ser descrito por dois tipos de informações complementares entre si. A primeira é a estrutura, representada pelo fluxograma de processo, nela é possível identificar a forma que os diferentes processos presentes em um procedimento estão interligados, seu nível de complexidade pode variar, e o mais completo e utilizado em representações é o P&ID. O outro tipo de informação está contido nas especificações das correntes que entram e saem as operações unitárias, os tipos de informação presente podem ser diversas como fluxo molar, fração mássica, pressão entre outras; O conjunto permite a definição de outras variáveis necessárias para atingir as especificações desejadas. (Cerro, Higgins, & Whitaker, 2014)

Volume de controle é a referência adotada para a visualização de entrada e saída de material para um dado problema, muitas vezes não é necessário saber o que está acontecendo no interior do volume de controle, mas apenas as entradas e saídas de material. É normal que se utilize versões abrangentes do volume de controle para processos complexos com o objetivo de se obter uma visão macro do processo químico, como pode ser observado pela Figura 3:

Figura 3 Representação de um volume de controle para uma planta de clorovinila



Fonte: Cerro, Higgins & Whitaker, Material Balances for Chemical Engineers.

O balanço de massa pode ser feito para toda unidade de operação ou conjunto de operações onde haja material produtivo. Independentemente de como seu volume de controle esteja determinado, todo balanço de massa pode ser simplificado para a regra geral:

$$\text{Entrada} - \text{Saída} + \text{Gerado} = \text{Acúmulo} \quad (\text{Equação 2})$$

Com a descrição dos balanços de massa de um problema, pode-se desenhar um sistema de equações envolvendo todas as correntes presentes no fluxograma. Esse sistema será composto de variáveis que devem ser determinadas com base nas especificações do produto como quantidade produzida, composição química e temperatura.

A análise da quantidade de variáveis não determinadas em relação ao número de equações derivadas dos volumes de controle resulta nos graus de liberdade do processo a ser simulado. Resumidamente pode-se definir como a quantidade de variáveis necessárias para se determinar completamente o restante do sistema do processo, por meio dos cálculos presentes aos diferentes tipos de operações e volumes de controle. (Cerro, Higgins, & Whitaker, 2014)

Uma metodologia muito comum nos problemas de balanço de massa é via comparação entre a entrada e saída da matéria-prima chave do processo. A conversão permite obter uma estimativa para a eficiência do processo do ponto de vista de consumo da matéria-prima, o principal fator de custo para a precificação de um dado produto. Em reações simples, essa variável também pode ser determinada de maneira rápida utilizando as entradas e saídas da planta produtiva, aplicando um balanço mássico da espécie de interesse e com um volume de controle determinado ao redor de todo o conjunto de operações, similar à figura 3

O cálculo de conversão pode ser representado pela seguinte relação:

$$X = \frac{Ca_0 - Ca}{Ca_0} \quad (\text{Equação 3})$$

Onde:

X = conversão

Ca₀ = Concentração da entrada

Ca = Concentração da saída

3.10. Simulação

Simulação é uma técnica matemática de solucionar problemas por meio da realização de um grande número de testes (chamados de simulações) e permitindo a se chegar a uma solução via análise dos testes como um todo. Incertezas são fatores reais presentes em todos os tipos de negócio, e uma forma de implementar isso na simulação é por meio da aleatoriedade de parâmetros aplicada ao caso estudado. (Goh, 2018)

O uso do *software Microsoft® Excel* é muito frequente em ambientes de análise de risco de investimentos, avaliadores utilizam geralmente modelos DCF (*Discounted Cash Flow*) para estimar o valor monetário de um projeto de investimento. Esse valor é muito frequentemente estimado em cenários onde não há pendências de pagamentos e o valor líquido é calculado sem a aplicação de impostos do local de aplicação. Ainda via projeções de desconto de juros, o valor atribuído ao projeto é representado em um valor atual considerando taxas de juros aplicadas ao longo do tempo. Nesse tipo de análise, o risco é traduzido em um valor matemático que leva em conta as possíveis variações das previsões assumidas. (Weaver & Michelson, 2003)

Uma simulação não é um substituto de um avaliador ou metodologia de avaliação, mas sim uma ferramenta de auxílio a estimar o valor monetário de um projeto. Esse tipo de modelo ajuda a determinar inicialmente se um projeto tem base para poder continuar a ser desenvolvido com possibilidade de retorno no futuro em que ele chegue a ser implementado. (Weaver & Michelson, 2003)

4. Metodologia

Foi elaborada uma base de dados de carregamento de óleo fúsel para esse trabalho (Período: Jan/2017 a Dez/2019) a partir de uma base de dados real disponibilizada para o trabalho por uma empresa do segmento. Multiplicou-se a base real por um fator oculto para garantir a confidencialidade das informações tratadas visto seu valor comercial. O *software* utilizado para os estudos deste trabalho foi o *Microsoft® Excel*, realizando as simulações através da ferramenta *Solver* proporcionada pela aplicação. Para otimizar os cenários propostos foi utilizada a função de maximização de valores da ferramenta *Solver*.

Campos de informação presentes na base de dados elaborada:

Tabela 1 Campos de informação da base de dados

Campos de Informação	
Fornecedor	Preço Unitário
Valor de Frete (Peso)	Concentração
Valor de Frete (Pedágio)	Volume Comprado (Ton)
Total de Frete (Peso + Pedágio)	Total Pago (Matéria-Prima)
Distância (km)	Total (Matéria-Prima + Frete)
Nome Transportadora	Data de Entrega

Para os estudos do mercado de etanol foi utilizada uma base de dados pública da Agência Nacional do Petróleo (ANP) com informações mensais de produção de etanol anidro por estado produtor. Utilizando o fator de densidade do óleo fúsel estipulado em 0,81g/cm³ pode-se determinar a Disponibilidade do Mercado O de óleo fúsel disponível para cada mês utilizando o dado de Volume de Produção de Etanol E em cada mês com a simples relação abaixo.

$$O_n = \frac{E_n}{E^{total}} \quad (\text{Equação 4})$$

O que nos permitirá ter um cenário geral da oferta de óleo fúsel no Brasil, informação que será utilizada para as simulações desse trabalho. Em um dos cenários de simulação foi adequado o consumo de forma proporcional à disponibilidade de óleo fúsel no mercado, através da simples relação descrita na equação 5:

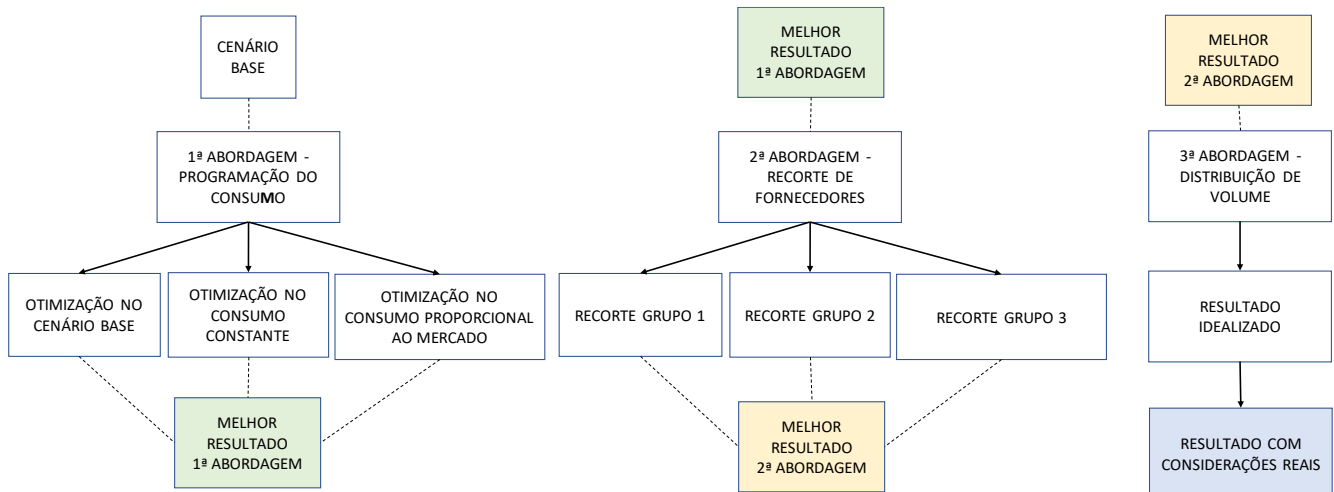
$$D_{n,y} = O_n * C^{medio} \quad (\text{Equação 5})$$

A partir dessas informações brutas, o trabalho focou em: cálculo da disponibilidade de matéria-prima, o planejamento de consumo, planejamento de compra, a avaliação do

desempenho dos fornecedores ao longo dos anos, e a avaliação dos fretes contratados. O objetivo principal é calcular o potencial de ganho financeiro através das simulações propostas, para tal, será estabelecido um cenário base de comparação no modelo de simulação, em seguida serão realizados os cálculos e estudos de disponibilidade de matéria-prima, planejamento e desempenho de fornecedores; Com as informações sintetizadas serão feitas simulações de estoque e compra de matéria-prima, onde o volume comprado será otimizado para maximizar o potencial ganho financeiro. Dessa forma espera-se elaborar um trabalho que possa auxiliar a tomada de decisão para mudanças nas estratégia de fornecimento utilizada.

Foi elaborado o esquema na Figura 4 de forma a resumir a visualização das abordagens a seguir:

Figura 4 Fluxograma resumo da metodologia utilizada



4.1. Sobrescritos e Subscritos de Variáveis

Os modelos dispostos na sequência desse trabalho utilizam variáveis com subscritos e sobrescritos, com o intuito de facilitar o entendimento foi montada a relação abaixo:

- total* – Sobrescrito, indica que o valor é uma somatória dos valores nos três anos.
- médio* – Sobrescrito, indica que o valor é uma média dos valores nos três anos.
- n* – Subscrito, indica o mês do ano que a variável se refere, não se aplica a variáveis constantes ou que envolvam todos os meses trabalhados.
- y* – Subscrito, indica que o valor é resultado de uma simulação ou proposta do trabalho.

- e) f – Sobrescrito, indica o número do fornecedor ao qual a variável pertence, não se aplica a valores onde não há distinção entre fornecedores.

Exemplo: $C_2^{18, total}$ indica o somatório da variável C para o fornecedor 18 no mês de fevereiro.

4.2. Comparativo Financeiro

Utilizando as informações disponíveis na base de dados, foi montado uma tabela com as informações mensais de volume comprado, preço unitário e montante gasto. Para determinar o Volume Médio Comprado no Mês C_n se utilizou uma média aritmética simples dos 3 anos, enquanto que para o Preço Unitário Médio no Mês (P_n) foi utilizado a divisão entre a somatória de volume no mês pelo Gasto Total no Mês G_n .

$$G_n^{total} = G_{n/2017} + G_{n/2018} + G_{n/2019} \quad (\text{Equação 6})$$

$$C_n^{medio} = \frac{V_{n/2017} + V_{n/2018} + V_{n/2019}}{3} \quad (\text{Equação 7})$$

$$P_n = \frac{G_n^{total}}{C_n^{total}} \quad (\text{Equação 8})$$

Essas informações serão utilizadas como base de comparação para avaliar o impacto das simulações propostas neste trabalho. O impacto financeiro é calculado pela simples diferença entre o somatório de G_n^{total} do cenário base e do cenário simulado. É ressaltado que para as simulações, o valor de C_{ny} é manipulado e é utilizado a equação 9 para calcular G_n .

$$G_{ny} = C_{ny} * P_{ny} \quad (\text{Equação 9})$$

Tabela 2 Comparativo Financeiro

Mês	Volume Comprado (Ton)	Preço Unitário Médio no Mês (R\$/Ton)	Valor Gasto no Mês (R\$)	Impacto Financeiro (R\$)
n	C_n	P_n	G_n	
Mês	Volume Comprado - Simulação y (Ton)	Preço Unitário Médio no Mês - Simulação y (R\$/Ton)	Valor Gasto no Mês - Simulação y (R\$)	$G_n^{total} - G_{ny}^{total}$
n	C_{ny}	P_{ny}	G_{ny}	

O efeito de comparação para determinar o ganho financeiro se dá ao garantir que a somatória de C_n e C_{ny} seja equivalente, enquanto os valores de volume de compra para cada mês poderão variar (por meio da simulação realizada em 4.2), assim como os preços unitários médios (por meio da simulação realizada em 4.3).

4.3. Simulação do Planejamento de Compra pela Oferta de Mercado

Foi desenvolvido o modelo de simulação abaixo para estudar os efeitos de estoque associados à cenários ótimos do ponto de vista de abastecimento e custo, as variáveis e estrutura do modelo estão descritas a seguir:

Tabela 3 Modelo de Simulação

Mês	Volume do Tanque (Ton)	Estoque Inicial do Mês (Ton)	Consumo do Mês (Ton)	Disponibilidade do Tanque (Ton)	Volume Médio Comprado (Ton)	Preço Unitário Médio no Mês (R\$/Ton)	Valor Gasto no Mês (R\$)	Estoque Final do Mês (Ton)
n	V	$E_{n-1, y}$	$D_{n, y}$	$V - E_{n-1, y}$	$C_{n, y}$	$P_{n, y}$	$C_{n, y} * P_{n, y}$	$E_{n, y} = E_{n-1, y} - D_{n, y} + C_{n, y}$

Considerações:

- Nenhum dos valores pode ser negativo.
- $V = 405$ ton, considerado um tanque de 500 m^3 , adotando a densidade do óleo fúsel como $0,81 \text{ g/cm}^3$.
- $40 \text{ ton} < E_{n, y} < 360 \text{ ton}$. Preenchimento mínimo e máximo do tanque deve respeitar um limite de 10%.
- O somatório de $C_{n, y}$ deve ser igual à 1.200 toneladas para um período de 12 interações. Esse volume de compra anual foi disponibilizado junto da base de dados.
- $E_{0, y} = 124,8$ ton. Valor calculado pela diferença entre o volume total na base de dados e o volume de compra anual de 1.200, logo considera-se que a quantidade não comprada (diferença) já estava em estoque.
- $D_{n, y}$ é o primeiro parâmetro que será manipulado nas simulações. Para aplicar a simulação no cenário original da base de dados essa variável assumirá o valor do Volume Médio Comprado no Mês C_n . Assumindo que todo o volume comprado é consumido no mesmo mês. Esse parâmetro tem um efeito indireto em $C_{n, y}$ através das restrição c).

- g) $C_{n,y}$ é o segundo parâmetro que será manipulado nas simulações. Para aplicar a simulação no cenário original da base de dados essa variável é calculada pela Equação 6.
- h) $315 \text{ ton} \leq C_{n,y} \leq 6 \text{ ton}$. O limite inferior existe pois mesmo que não favorável, pode ser necessário para manter relações comerciais a aceitação de volume de fornecedores. O limite superior existe pois há um limite de noventa entregas por mês que podem ser descarregados no tanque de armazenamento, considerando carretas de 35 toneladas de capacidade.
- i) $P_{n,y} = P_n$

O primeiro cenário foi realizado visando à estimativa de ganho financeiro, utilizando a ferramenta *Solver* com as considerações descritas acima, se maximizou a célula de impacto financeiro variando as células de volume comprado ao mês no *Solver* conforme Figura 5:

Figura 5 Ambiente do *Solver* aplicado em maximização de valores

Parâmetros do Solver

Definir Objetivo:

Para: ☐ Máx. ☒ Mín. ☐ Valor de:

Alterando Células Variáveis:

Sujeito às Restrições:

\$F\$51:\$F\$62 <= 315	<input type="button" value="Adicionar"/> <input type="button" value="Alterar"/> <input type="button" value="Excluir"/> <input type="button" value="Redefinir Tudo"/> <input type="button" value="Carregar/Salvar"/>
\$F\$51:\$F\$62 >= 6	
\$F\$63 = 1200	
\$G\$51:\$G\$61 >= 40	
\$G\$51:\$G\$62 <= 360	

☒ Tornar Variáveis Irrestritas Não Negativas

Selecionar um Método de Solução:

Método de Solução

Selecione o mecanismo GRG Não Linear para Problemas do Solver suaves e não lineares. Selecione o mecanismo LP Simplex para Problemas do Solver lineares. Selecione o mecanismo Evolutionary para problemas do Solver não suaves.

Em “Definir Objetivo” é escolhida a célula de impacto financeiro G^{total} para que a mesma possa ser maximizada de forma que a simulação seja economicamente favorável, em “Alterando Células Variáveis” são selecionados os valores de C_{ny} para que os mesmos possam variar de forma a maximizar o valor objeto, por último em “Sujeito às Restrições” são colocadas as considerações e restrições da simulação identificados acima pelas letras a) até h). É selecionado o marcador “Máx.” e ao clicar em “Resolver” o *software* realizará os cálculos e apresentará os valores de C_{ny} que maximizam o impacto financeiro.

O segundo cenário de simulação tem a mesma abordagem do primeiro, porém com os valores de consumo D_n alterados de forma proporcional à disponibilidade de óleo fúsel no mercado, simplesmente multiplicando a porcentagem de disponibilidade mensal pelo volume total de 1.200 toneladas estabelecido anteriormente. As variáveis D_n influenciam a simulação de forma indireta através das restrições da quantidade do estoque. Repetiu-se a execução do *Solver* explicada anteriormente.

A terceira e última simulação considerou um consumo de matéria-prima uniforme ao longo do ano, simplesmente dividindo a demanda total de 1.200 toneladas ao igualitariamente entre a quantidade de meses. Repetiu-se a execução do *Solver* explicada anteriormente.

Essa etapa tem como propósito avaliar o ganho potencial através de formatos mais estruturados de consumo e compra seguindo a disponibilidade de mercado e as baixas de preço de mercado que foram identificadas na base de dados elaborada. Os resultados atingidos nessa etapa devem ser encarados como uma hipótese para melhor orientar o planejamento de consumo e compra.

4.4. Simulação de Distribuição de Volume por Desempenho de Fornecedor

4.4.1 Redução do número de fornecedores

Essa etapa da metodologia é responsável por analisar a quantidade de fornecedores disponíveis na base de dados disponibilizada e estipular o critério de eliminação de fornecedores com base em seu desempenho de fornecimento. Para determinar o corte médio (grupo 2) foi determinada a quantidade de toneladas que removeria fornecedores que representavam 80% do volume da base de dados (Princípio de Pareto), e com essa quantidade estipulada se determinou um corte menos abrangente e um mais abrangente.

De forma análoga à análise mensal da base de dados, é incrementado na tabela o nome do fornecedor, podendo dessa forma ser estudada a quantidade de matéria-prima fornecida ao

longo dos três anos disponibilizados para o trabalho. O critério de eliminação utilizado foi o da quantidade total fornecida ao longo dos três anos, estipulando recortes na base de fornecedores de acordo com a Tabela 4:

Tabela 4 Grupo de Fornecedores

Grupo de Fornecedores	1	2	3
Critério (Volume de Fornecimento)	Mais que 12 toneladas nos 3 anos	Mais que 24 toneladas nos 3 anos	Mais que 36 toneladas nos 3 anos

Foram feitas alterações nos preços unitários a partir da remoção dos dados dos fornecedores menos expressivos agrupados nos grupos acima. O primeiro recorte é a remoção de fornecedores do grupo 3, a segunda com a remoção do grupo 2 e assim sucessivamente até apenas restarem os fornecedores do grupo 0. São acompanhadas nesses recortes a o número total de fornecedores, assim como o impacto financeiro pela interrupção teórica dos fornecedores menos expressivos representados pelos grupos 3, 2 e 1.

São recalculados os valores de $P_{n,y}$ utilizando as equações 5, 6 e 7 após cada recorte de grupo da base de dados, logo, a consideração i) descrita no item 4.1 não é válida para essas simulações. A aplicação do *Solver* é análoga à demonstração no item 4.1.

É desejado verificar se a redução do número de fornecedores da amostragem é prejudicial financeiramente, uma vez que a redução do número de fornecedores é benéfica pois elimina os fornecedores que não possuem atendimento regular e também casos de compras emergenciais, o último motivador é que um número muito elevado de fornecedores traz uma dificuldade elevada na gestão do fornecimento, e a simplificação podem trazer ganhos de produtividade.

4.4.2 Distribuição de Volumes entre Fornecedores

Para essa etapa foi removido os fornecedores de grupo 3 por envolver uma etapa manual de distribuição de dados para que seja possível um resultado menos ideal e mais

próximo da realidade. Foi utilizado um método matricial para essa etapa de desenvolvimento, a estrutura de matrizes pode ser verificada abaixo:

$$\text{Matriz Preço Unitário } P = \begin{matrix} & P_{1y}^1 & P_{1y}^2 & \dots \\ P_{2y}^1 & P_{2y}^1 & P_{2y}^2 & \dots \end{matrix}$$

$$\text{Matriz Distribuição de Volume } S = \begin{matrix} & S_{1y}^1 & S_{1y}^2 & \dots \\ S_{1y}^2 & S_{1y}^2 & S_{2y}^2 & \dots \\ \vdots & & & \end{matrix}$$

$$S_{n,y}^f = \frac{C_{n,y}^{f,total}}{C_{n,y}^{total}} \quad (\text{Equação 10})$$

Serão atribuídos valores iniciais aleatórios à matriz S de forma que a somatória de seus valores seja 1, uma vez que cada variável dessa matriz representa a porcentagem do volume fornecido no mês correspondente por cada fornecedor. Utilizando a multiplicação matricial da equação 11 pode-se calcular a matriz de preço unitário mensal.

$$C \cdot S = P \quad (\text{Equação 11})$$

Sendo

$$P = \begin{matrix} & P_{1y} & \text{Resíduo} & \text{Resíduo} \\ \text{Resíduo} & & P_{2y} & \text{Resíduo} \\ \text{Resíduo} & \text{Resíduo} & P_{3y} & \dots \end{matrix}$$

Utilizando a ferramenta *Solver* foram minimizados os valores da diagonal principal da matriz P , variando os valores de S até 5 pontos percentuais, de forma a não aumentar bruscamente o volume de nenhum fornecedor.

Figura 6 Ambiente do Solver aplicado na distribuição de fornecedores

Parâmetros do Solver

Definir Objetivo:

Para: ☐ Máx. ☒ Mín. ☐ Valor de:

Alterando Células Variáveis:

Sujeito às Restrições:

\$CD\$108 = 1
 \$CD\$33:\$CD\$107 <= 0,05
 \$CD\$33:\$CD\$107 >= 0,01

☒ Tornar Variáveis Irrestritas Não Negativas

Selecionar um Método de Solução:

Método de Solução
 Selecione o mecanismo GRG Não Linear para Problemas do Solver suaves e não lineares.
 Selecione o mecanismo LP Simplex para Problemas do Solver lineares. Selecione o mecanismo Evolutionary para problemas do Solver não suaves.

Ajuda Resolver Fechar

Similar aos passos adotados no item 4.1 foi selecionada matriz de preço P como objetivo e a matriz S como variável, foi inserida a restrição de variação de volume e selecionou-se a opção de minimizar o objetivo. Como os resultados obtidos nessa etapa são idealizados e não possuem uma aplicação na forma bruta, é necessário que sejam feitas alterações na matriz de S de forma a se aproximar de um resultado mais próximo da realidade.

Assim, após estabelecida a matriz de distribuição S de maior ganho financeiro foi elaborado um cenário real de distribuição baseado nas considerações abaixo:

- Cada compra deve ser de no mínimo 3 toneladas.
- O volume fornecido por um fornecedor não pode ser maior do que seu volume máximo fornecido em um ano da base de dados
- Fornecedores que tiverem volume menor que 3 toneladas terão seus volumes somados a um saldo que poderá ser distribuído entre os fornecedores de melhor preço.
- Volumes serão distribuídos em ordem crescente de preço no mês.

Os resultados obtidos nessa etapa identificam os fornecedores ideais para realização de compra em cada mês de acordo com seu histórico de fornecimento e preços, e também leva em conta que fornecedores que terão incrementos de volume terão mais chances de poder realizar a venda visto que o valor não será maior que seu maior fornecimento histórico presente na base de dados.

4.5. Análise de Frete

Foram somadas as quantidades transportadas por cada transportadora em cada mês (C_n^{total}), assim como o valor total gasto em cada mês G_n^{total} e a distância percorrida K_n^{total} . Por meio desses dados, foi calculado o preço médio de transporte de uma tonelada por quilômetro percorrido T , dividindo os valores de gasto pela quantidade e pela distância percorrida naquele mês.

$$T_n = \frac{G_n^{total}}{K_n^{total} * C_n^{total}} \quad (\text{Equação 12})$$

5. Resultados e Discussão

O presente trabalho não utilizou as informações reais a fim de preservar os dados fornecidos pela empresa. Os valores foram alterados por um fator de forma que se preservou a proporcionalidade entre os dados, apenas alterando os valores obtidos.

5.1. Cálculo do valor gasto no cenário atual em projeções

Realizou-se a soma do valor gasto e da quantidade de toneladas de óleo fúsel adquiridas mensalmente. Os valores obtidos estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 Valores gastos e quantidades adquiridas mensalmente

Mês/Ano	Valor gasto (R\$)	Quantidade (ton)
Jan/17	2.821,4	21,8
Fev/17	4.384,1	33,3
Mar/17	698,0	6,5
Abr/17	3.894,9	34,7
Mai/17	4.528,5	45,6
Jun/17	18.390,6	163,9
Jul/17	23.857,8	216,1
Ago/17	23.626,8	230,6
Set/17	13.430,8	125,4
Out/17	0,0	0,0
Nov/17	12.171,9	103,7
Dez/17	9.324,1	73,8
Jan/18	10.492,3	84,6
Fev/18	1.998,0	16,0
Mar/18	3.520,1	31,9
Abr/18	5.400,3	45,5
Mai/18	7.585,2	66,9
Jun/18	7.936,3	77,8
Jul/18	21.949,3	208,3
Ago/18	9.947,3	110,9
Set/18	11.333,7	107,4

Out/18	9.736,8	89,4
Nov/18	12.815,8	113,5
Dez/18	8.694,6	76,3
Jan/19	2.925,8	27,0
Fev/19	2.289,0	21,0
Mar/19	2.802,7	21,4
Abr/19	5.934,0	49,7
Mai/19	21.579,8	195,7
Jun/19	19.319,3	180,3
Jul/19	31.714,6	291,2
Ago/19	22.129,0	194,0
Set/19	21.859,0	196,4
Out/19	25.961,6	226,6
Nov/19	5.997,4	51,5
Dez/19	2.809,7	24,9
Total	393.860,4	3563,6

Utilizou-se a Equação 7 para calcular a quantidade média comprada em cada mês. Em seguida, utilizou-se a Equação 8 para calcular o preço gasto médio em cada mês. Por fim, realizou-se a divisão entre os dados para se obter o preço médio por tonelada em cada mês. Os valores mensais obtidos são mostrados na Tabela 6.

Tabela 6 Média do preço e da quantidade mensal

Mês	Valor gasto (R\$)	Quantidade (ton)	Preço médio (R\$/ton)
Janeiro	5.366,7	44,5	120,6
Fevereiro	2.857,6	23,5	121,6
Março	2.324,0	20,0	116,2
Abril	5.057,4	43,3	116,8
Maio	11.050,5	102,7	107,6
Junho	15.069,0	140,7	107,1

Julho	25.805,7	238,5	108,2
Agosto	18.207,0	178,5	102,0
Setembro	15.440,5	143,1	107,9
Outubro	11.762,0	105,3	111,7
Novembro	10.348,8	89,6	115,5
Dezembro	6.861,9	58,3	117,7
Média Geral	10.845,9	99,0	112,7

Utilizou-se o modelo de simulação descrito na Tabela 3 abrangendo o período de um ano. Foram realizadas simulações otimizando a quantidade comprada em cada mês em diferentes cenários de consumo de forma que minimizasse a somatória final dos custos. Respeitou-se as margens mínimas e máximas de 10% e 90% da ocupação total do tanque de armazenamento, a obrigação de comprar no mínimo 6 toneladas de óleo fúsel e no máximo 315 toneladas no mês. Os resultados obtidos foram comparados com o cenário de consumo atual da indústria que está na Tabela 7.

Tabela 7 Cenário de consumo atual

Mês	Estoque Atual (ton)	Consumo do Mês (ton)	Disponibilidade do Tanque (ton)	Volume Comprado (ton)	Preço Unitário Médio no Mês (R\$/ton)	Valor Gasto no Mês (R\$)
Jan	124,8	44,9	280,2	44,9	120,6	5.414,9
Fev	124,8	23,7	280,2	23,7	121,7	2.884,3
Mar	124,8	20,2	280,2	20,2	116,2	2.347,2
Abr	124,8	43,7	280,2	43,7	116,8	5.104,2
Mai	124,8	103,8	280,2	103,8	107,7	11.179,3
Jun	124,8	142,1	280,2	142,1	107,1	15.218,9
Jul	124,8	241,0	280,2	241,0	108,2	26.076,2
Ago	124,8	180,3	280,2	180,3	102,1	18.408,6
Set	124,8	144,5	280,2	144,5	108,0	15.606,0
Out	124,8	106,4	280,2	106,4	111,8	11.895,5
Nov	124,8	90,5	280,2	90,5	115,6	10.461,8

Dez	124,8	58,9	280,2	58,9	117,7	6.932,5
Total	-	-	-	1200,0	-	131.529,5

Utilizando o mesmo consumo anterior, otimizou-se o cenário modificando a quantidade comprada em cada mês de forma que o preço médio diminuísse. Os resultados obtidos estão na Tabela 8.

Tabela 8 Cenário de consumo atual otimizando a quantidade comprada

Mês	Estoque Atual (ton)	Consumo do Mês (ton)	Disponibilidade do Tanque (ton)	Volume Comprado (ton)	Preço Unitário Médio no Mês (R\$/ton)	Valor Gasto no Mês (R\$)	Valor economizado em relação ao cenário atual(R\$)
Jan	124,8	44,9	280,2	6,0	120,6	723,6	4.691,3
Fev	85,9	23,7	319,1	6,0	121,7	730,2	2.154,1
Mar	68,2	20,2	336,8	29,7	116,2	3.451,1	-1.103,9
Abr	77,7	43,7	327,3	6,0	116,8	700,8	4.403,4
Mai	40,0	103,8	365,0	250,9	107,7	27.021,9	-15.842,6
Jun	187,1	142,1	217,9	315,0	107,1	33.736,5	-18.517,6
Jul	360,0	241,0	45,0	6,0	108,2	649,2	25.427,0
Ago	125,0	180,3	280,0	315,0	102,1	32.161,5	-13.752,9
Set	259,7	144,5	145,3	244,8	108,0	26.438,4	-10.832,4
Out	360,0	106,4	45,0	8,6	111,8	961,5	10.934,0
Nov	262,2	90,5	142,8	6,0	115,6	693,6	9.768,2
Dez	177,7	58,9	227,2	6,0	117,7	706,2	6.226,3
Total	-	-	-	1200,0	-	127.974,6	3.554,9

Para obter a disponibilidade de etanol no mercado utilizou-se dados da Agência Nacional do Petróleo (ANP) de produção de etanol no Brasil dividida pelos estados brasileiros e por mês, de forma que se pode obter a produção mensal de etanol no Brasil pela utilização da equação 4. Os dados estão apresentados na Tabela 9:

Tabela 9 Produção relativa de etanol

Mês	Produção relativa de etanol
Janeiro	1%
Fevereiro	1%
Março	2%
Abril	6%
Maio	11%
Junho	13%
Julho	14%
Agosto	15%
Setembro	14%
Outubro	13%
Novembro	7%
Dezembro	2%

Dessa forma, pode-se ajustar o consumo de 1200,0 toneladas anuais utilizando a Equação 5 para realiza-lo de maneira proporcional a disponibilidade de etanol no mercado. Os resultados obtidos estão apresentados na Tabela 10.

Tabela 10 Simulação de consumo ajustada para a disponibilidade de etanol e quantidade de compra otimizada

Mês	Estoque Atual (ton)	Consumo do Mês (ton)	Disponibilidade do Tanque (ton)	Volume Comprado (ton)	Preço Unitário Médio no Mês (R\$/ton)	Valor Gasto no Mês (R\$)	Valor economizado em relação ao cenário atual(R\$)
Jan	124,8	12,2	280,2	6,0	120,6	723,6	4.691,3
Fev	118,6	7,7	286,4	6,0	121,7	730,2	2.154,1
Mar	116,9	19,8	288,1	13,8	116,2	1.603,6	743,6
Abr	110,9	76,9	294,1	6,0	116,8	700,8	4.403,4
Mai	40,0	137,7	365,0	299,0	107,7	32.202,3	-21.023,0
Jun	201,3	156,3	203,7	315,0	107,1	33.736,5	-18.517,6
Jul	360,0	169,4	45,0	6,0	108,2	649,2	25.427,0

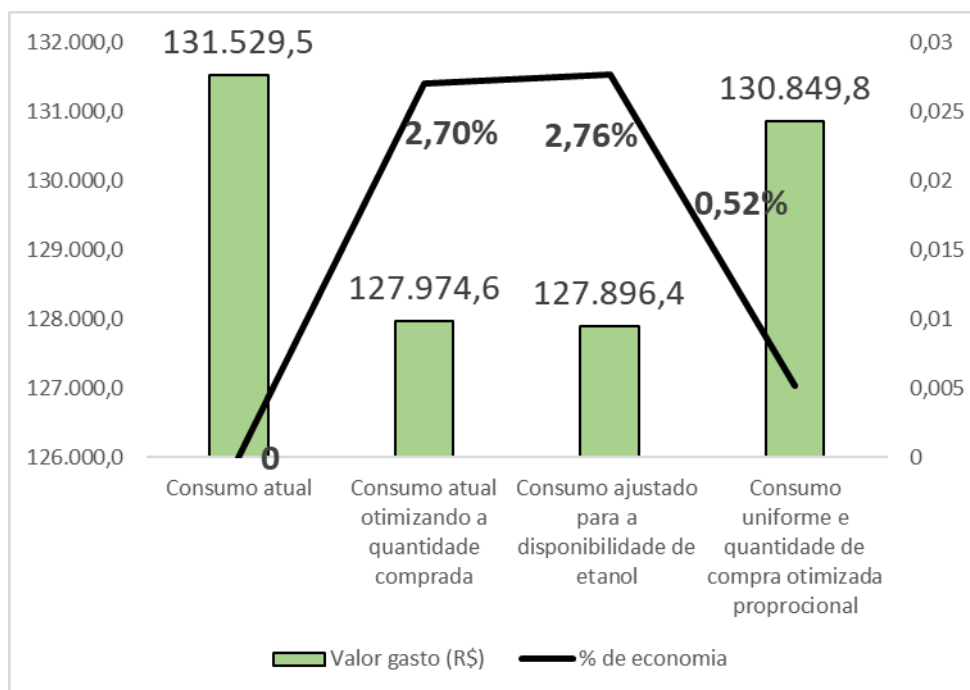
Ago	196,6	182,9	208,4	315,0	102,1	32.161,5	-13.752,9
Set	328,7	166,7	76,3	198,0	108,0	21.384,0	-5.778,0
Out	360,0	161,7	45,0	23,3	111,8	2.604,9	9.290,6
Nov	221,6	83,9	183,4	6,0	115,6	693,6	9.768,2
Dez	143,7	24,9	261,3	6,0	117,7	706,2	6.226,3
Total	-	-	-	1200,0	-	127.896,4	3.633,0

Nesse cenário, o consumo de óleo fúsel foi uniforme em todos os meses. Os resultados obtidos estão na Tabela 11.

Tabela 11 Simulação de consumo uniforme e quantidade de compra otimizada

Mês	Estoque Atual (ton)	Consumo do Mês (ton)	Disponibilidade do Tanque (ton)	Volume Comprado (ton)	Preço Unitário Médio no Mês (R\$/ton)	Valor Gasto no Mês (R\$)	Valor economizado em relação ao cenário atual(R\$)
Jan	124,8	100,0	280,2	109,2	120,6	13.169,5	-7.754,6
Fev	134,0	100,0	271,0	6,0	121,7	730,2	2.154,1
Mar	40,0	100,0	365,0	194,0	116,2	22.542,8	-20.195,6
Abr	134,0	100,0	271,0	6,0	116,8	700,8	4.403,4
Mai	40,0	100,0	365,0	100,0	107,7	10.770,0	409,3
Jun	40,0	100,0	365,0	299,0	107,1	32.022,9	-16.804,0
Jul	239,0	100,0	166,0	6,0	108,2	649,2	25.427,0
Ago	145,0	100,0	260,0	315,0	102,1	32.161,5	-13.752,9
Set	360,0	100,0	45,0	100,0	108,0	10.800,0	4.806,0
Out	360,0	100,0	45,0	52,8	111,8	5.903,0	5.992,5
Nov	312,8	100,0	92,2	6,0	115,6	693,6	9.768,2
Dez	218,8	100,0	186,2	6,0	117,7	706,2	6.226,3
Total	-	-	-	1200,0	-	130.849,8	679,6

Realizou-se a soma do valor economizado em cada cenário para verificar qual o cenário de consumo é mais vantajoso para diminuir os custos de aquisição de óleo fúsel. Os resultados estão apresentados na Figura 7.

Figura 7 Comparativo financeiro das simulações de sazonalidade (R\$)

Pode-se observar pela coluna “Preço Unitário Médio no Mês (R\$/ton)” da Tabela 6 que de maio a outubro têm-se os melhores preços, correspondendo exatamente aos meses de maior produção de etanol, visto que é o período da safra da cana de açúcar. A média dos preços no período de safra é R\$ 107,5 enquanto no período entressafras é R\$ 118,1 que corresponde a um aumento de 9,9% no preço da tonelada do óleo fúsel. Ao avaliar os meses fevereiro e agosto que foram os meses de maior e menor preço respectivamente obtêm-se uma diferença de 19,2% entre os preços.

Com base nos resultados, pode-se observar que o cenário em que o consumo das 1.200,0 toneladas anuais esteve proporcional à disponibilidade de etanol no mercado obteve a maior economia. Como esse cenário de consumo é proporcional à disponibilidade de etanol, compra-se mais nos meses em que tem maior disponibilidade do produto no mercado, de maneira que existe uma maior oferta no mercado e o preço médio do óleo fúsel é menor. Além disso, esse cenário de consumo mantém a produção bem próxima do que já é, sem correr risco de desabastecimento e gera uma economia apenas alterando a quantidade adquirida em cada mês. O gasto anual fica projetado em R\$ 127.896,4 gerando uma economia de R\$ 3.633,1, que corresponde a 2,76% de economia no ano apenas alterando a quantidade comprada de óleo fúsel em cada mês.

5.2. Cálculo do valor gasto avaliando os fornecedores pela quantidade fornecida

Nessa etapa, foi avaliado a possível economia realizando alterações na base de 101 fornecedores disponíveis atualmente. Para isso, utilizou-se o cenário de consumo proporcional a disponibilidade de etanol, pois foi verificado anteriormente que esse é o melhor cenário para consumo e otimizou-se a quantidade comprada em cada mês nesses cenários de forma que minimizasse a somatória final dos custos. Realizou-se a avaliação de 3 cenários distintos. Inicialmente, removeu-se da base de dados os fornecedores que forneceram menos de 12,0 toneladas de óleo fúsel nos três anos estudados, mantendo apenas 75 fornecedores que foram classificados como grupo 1. Dessa maneira, o preço médio mensal alterou e realizou-se uma nova otimização. Os resultados obtidos estão apresentados na Tabela 12.

Tabela 12 Cenário considerando apenas fornecedores do Grupo 1

Mês	Estoque Atual (ton)	Consumo do Mês (ton)	Disponibilidade do Tanque (ton)	Volume Comprado (ton)	Preço Unitário Médio no Mês (R\$/ton)	Valor Gasto no Mês (R\$)	Valor economizado em relação ao cenário atual(R\$)
Jan	124,8	12,2	280,2	6,0	120,5	723,0	4.691,9
Fev	118,6	7,7	286,4	6,0	121,2	727,2	2.157,1
Mar	116,9	19,8	288,1	13,8	115,9	1.599,4	747,8
Abr	110,9	76,9	294,1	6,0	117,0	702,0	4.402,2
Mai	40,0	137,7	365,0	315,0	105,6	33.264,0	-22.084,7
Jun	217,3	156,3	187,7	299,0	107,1	32.022,9	-16.804,0
Jul	360,0	169,4	45,0	37,3	107,5	4.009,8	22.066,5
Ago	227,9	182,9	177,1	315,0	101,2	31.878,0	-13.469,4
Set	360,0	166,7	45,0	166,7	108,0	18.003,6	-2.397,6
Out	360,0	161,7	45,0	23,3	111,8	2.604,9	9.290,6
Nov	221,6	83,9	183,4	6,0	115,1	690,8	9.771,2
Dez	143,7	24,8	261,3	6,0	116,9	701,4	6.231,1
Total	-	-	-	1200,0	-	126.926,8	4.602,6

Em seguida, removeu-se da base de dados os fornecedores que forneceram menos de 24,0 toneladas de óleo fúsel nos três anos estudados, mantendo apenas 49 fornecedores que

foram classificados como Grupo 2. O preço médio mensal de óleo fúsel foi alterado e realizou-se uma nova otimização. Os resultados obtidos estão apresentados na Tabela 13.

Tabela 13 Cenário considerando apenas fornecedores do Grupo 2

Mês	Estoque Atual (ton)	Consumo do Mês (ton)	Disponibilidade do Tanque (ton)	Volume Comprado (ton)	Preço Unitário Médio no Mês (R\$/ton)	Valor Gasto no Mês (R\$)	Valor economizado em relação ao cenário atual(R\$)
Jan	124,8	12,2	280,2	6,0	118,2	709,2	4.705,7
Fev	118,6	7,7	286,4	6,0	121,9	731,4	2.152,9
Mar	116,9	19,8	288,1	13,8	116,1	1.602,2	745,0
Abr	110,9	76,9	294,1	6,0	117,8	706,8	4.397,4
Mai	40,0	137,7	365,0	315,0	105,1	33.106,5	-21.927,2
Jun	217,3	156,3	187,7	6,0	108,7	652,2	14.566,7
Jul	67,0	169,4	338,0	315,0	108,1	34.051,5	-7.975,3
Ago	212,6	182,9	192,4	315,0	101,7	32.035,5	-13.626,9
Set	344,7	166,7	60,3	182,0	108,3	19.710,6	-4.104,6
Out	360,0	161,7	45,0	23,3	111,8	2.604,9	9.290,6
Nov	221,6	83,9	183,4	6,0	114,7	688,2	9.773,6
Dez	143,7	24,9	261,3	6,0	121,7	730,0	6.202,3
Total	-	-	-	1200,0	-	127.329,2	4.200,2

Por fim, removeu-se da base de dados os fornecedores que forneceram menos de 36,0 toneladas de óleo fúsel nos três anos estudados, mantendo apenas 36 fornecedores que foram classificados como Grupo 3. O preço médio mensal de óleo fúsel alterou e realizou-se uma nova otimização. Os resultados obtidos estão apresentados na Tabela 14.

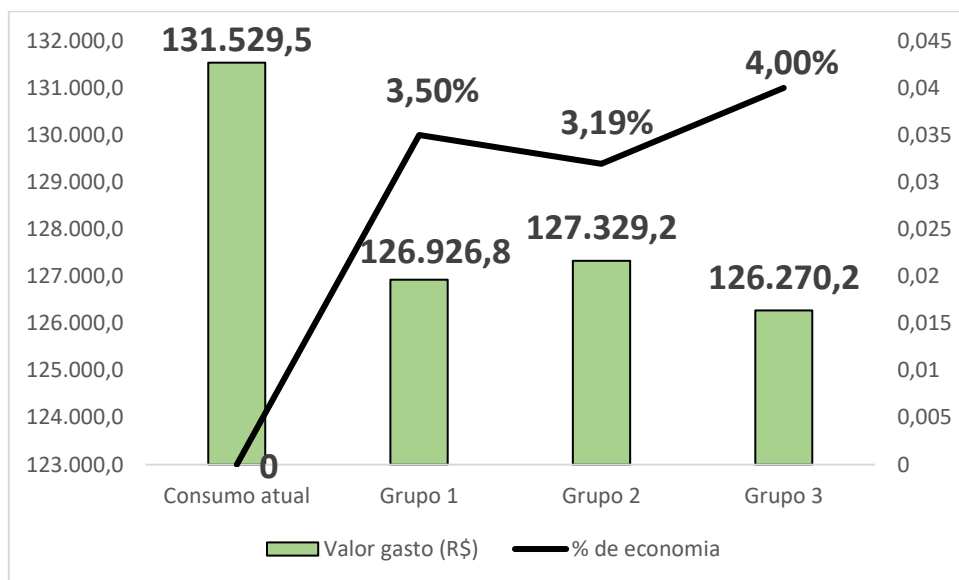
Tabela 14 Cenário considerando apenas fornecedores do grupo 3

Mês	Estoque Atual (ton)	Consumo do Mês (ton)	Disponibilidade do Tanque (ton)	Volume Comprado (ton)	Preço Unitário Médio no Mês (R\$/ton)	Valor Gasto no Mês (R\$)	Valor economizado em relação ao cenário atual(R\$)
Jan	124,8	12,2	280,2	6,0	117,7	706,2	4.708,7

Fev	118,6	7,7	286,4	6,0	118,5	711,0	2.173,3
Mar	116,9	19,8	288,1	13,4	114,3	1.531,6	815,6
Abr	110,5	76,9	294,5	6,4	117,5	752,0	4.352,2
Mai	40,0	137,7	365,0	315,0	104,9	33.043,5	-21.864,2
Jun	217,3	156,3	187,7	299,0	107,1	32.022,9	-16.804,0
Jul	360,0	169,4	45,0	6,0	107,5	645,0	25.431,2
Ago	196,6	182,9	208,4	315,0	100,5	31.657,5	-13.248,9
Set	328,7	166,7	76,3	198,0	107,5	21.285,0	-5.679,0
Out	360,0	161,7	45,0	21,0	109,0	2.289,0	9.606,5
Nov	219,3	83,9	185,7	8,2	111,5	914,3	9.547,5
Dez	143,7	24,9	261,3	6,0	118,7	712,2	6.220,3
Total	-	-	-	1200,0	-	126.270,2	5.259,2

Realizou-se a soma do valor economizado em cada cenário para verificar qual grupo de fornecedores é mais vantajoso para diminuir os custos de aquisição de óleo fúsel. Os resultados estão apresentados na Figura 8.

Figura 8 Comparativo Financeiro do Recorte de fornecedores por grupo



Com base nos resultados, observa-se que houve um grande aumento na economia ao retirar os fornecedores exclusivos do Grupo 0, pois são 26 fornecedores que correspondem apenas a 4,2% da quantidade anual, o que resulta em uma média de 0,16% da quantidade

adquirida. Esses casos em geral correspondem a compras de caráter não-planejado, de forma que faz com que a média dos preços fique elevada. Além disso, observa-se que o valor economizado não aumentou totalmente correlacionado com a seleção dos fornecedores. Esperava-se que a economia fosse maior conforme fosse selecionando apenas os fornecedores que historicamente mais forneceram para a empresa, porém existem fornecedores exclusivos do grupo 2 que praticam um preço médio maior do que fornecedores exclusivos do grupo 1, de forma que diminuiu o valor da economia. Por fim, o melhor cenário foi o esperado que é apenas realizar compras dos fornecedores exclusivos do grupo 3. Isso se deve pelo fato de ser negociada uma quantidade maior entre as partes ao longo dos anos, gerando uma previsibilidade na oferta/demanda de forma que é possível realizar contratos com o preço médio de venda menor. Para esse cenário o gasto anual fica projetado em R\$ 126.270,2, gerando uma economia de R\$ 5.259,20, que corresponde a 4,00% de economia no ano apenas realizando as compras de óleo fúsel com fornecedores exclusivos do Grupo 3 e otimizando a quantidade comprada de óleo fúsel em cada mês.

5.3. Avaliando os fornecedores

Para essa etapa, trabalhou-se com a base de dados considerando apenas os 75 fornecedores do Grupo 1. Foi observado que, apesar de não ser o cenário com maior economia, já permite ter uma economia e esse grupo de fornecedor corresponde a 95,8% da quantidade total adquirida, de forma que esse grupo consegue absorver os 4,2% restante. Em seguida, realizou-se a soma quantidade fornecida por cada fornecedor e o quanto foi gasto em cada mês com o respectivo fornecedor. Em posse dessas informações, foi possível calcular o preço médio de cada fornecedor em cada mês (Apêndice A). Cada fornecedor ficou responsável por um valor entre 1% a 5% da quantidade total adquirida do respectivo mês (Apêndice B), sendo a distribuição entre eles otimizada pelo *Solver* de forma que o preço médio do mês fosse o mais baixo possível. O resultado obtido está apresentado na Tabela 15.

Tabela 15 Preço médio mensal resultado da otimização de distribuição

Mês	Preço médio (R\$/ton)
Janeiro	102,2
Fevereiro	98,0
Março	102,6
Abril	98,5
Maio	101,3

Junho	100,1
Julho	97,3
Agosto	93,7
Setembro	96,7
Outubro	99,9
Novembro	99,9
Dezembro	102,7

Realizou-se a otimização desse cenário utilizando o solver. O resultado está apresentado na Tabela 16.

Tabela 16 Otimização de compra utilizando os preços médios da otimização de distribuição

Mês	Estoque Atual (ton)	Consumo do Mês (ton)	Disponibilidade do Tanque (ton)	Volume Comprado (ton)	Preço Unitário Médio no Mês (R\$/ton)	Valor Gasto no Mês (R\$)	Valor economizado em relação ao cenário atual(R\$)
Jan	124,8	12,2	280,2	6,0	102,2	613,2	4.801,7
Fev	118,6	7,7	286,4	249,1	98,0	24.411,8	-21.527,5
Mar	360,0	19,8	45,0	6,0	102,6	615,6	1.731,6
Abr	346,2	76,9	58,8	52,7	98,5	5.191,0	-86,8
Mai	322,0	137,7	83,0	6,0	101,3	607,8	10.571,5
Jun	190,3	156,3	214,7	6,0	100,1	600,6	14.618,3
Jul	40,0	169,4	365,0	209,0	97,3	20.335,7	5.740,5
Ago	79,6	182,9	325,4	315,0	93,7	29.515,5	-11.106,9
Set	211,7	166,7	193,3	315,0	96,7	30.460,5	-14.854,5
Out	360,0	161,7	45,0	23,3	99,9	2.327,7	9.567,8
Nov	221,6	83,9	183,4	6,0	99,9	599,4	9.862,4
Dez	143,7	24,9	261,3	6,0	102,7	616,2	6.316,3
Total	-	-	-	1200,0	-	115.894,9	15.634,5

Foi somada a quantidade fornecida por cada fornecedor e o quanto foi gasto em cada mês com o respectivo fornecedor. Em posse dessas informações, foi possível gerar o preço médio de cada fornecedor em cada mês (Apêndice A). Os fornecedores foram priorizados pela ordem crescente do preço médio, de forma que a quantidade distribuída para cada

fornecedor fosse o maior que o respectivo fornecedor já tivesse fornecido em um dos três anos. Dessa forma, a distribuição mensal para cada fornecedor passa a respeitar valores possíveis desse realizar na prática (Apêndice C). O resultado obtido está apresentado na Tabela 17.

Tabela 17 Preço médio mensal do cenário real sintetizado

Mês	Preço médio (R\$/ton)
Janeiro	61,1
Fevereiro	108,5
Março	80,3
Abril	84,8
Maio	66,4
Junho	58,5
Julho	108,9
Agosto	97,8
Setembro	104,1
Outubro	73,2
Novembro	40,6
Dezembro	65,1

O resultado está apresentado na Tabela 18.

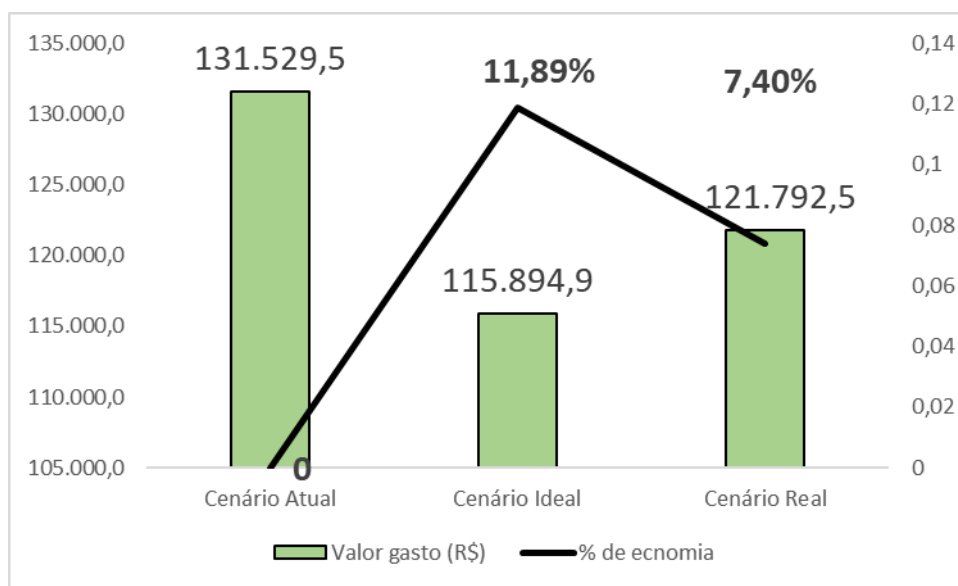
Tabela 18 Otimização de compra utilizando os preços médios reais da otimização de distribuição

Mês	Estoque Atual (ton)	Consumo do Mês (ton)	Disponibilidade do Tanque (ton)	Volume Comprado (ton)	Preço Unitário Médio no Mês (R\$/ton)	Valor Gasto no Mês (R\$)	Valor economizado em relação ao cenário atual(R\$)
Jan	124,8	12,2	280,2	6,0	61,1	366,6	5.048,3
Fev	118,6	7,7	286,4	249,1	108,5	27.027,4	-24.143,1
Mar	360,0	19,8	45,0	6,0	80,3	481,8	1.865,4

Abr	346,2	76,9	58,8	52,7	84,8	4.469,0	635,2
Mai	322,0	137,7	83,0	6,0	66,4	398,4	10.780,9
Jun	190,3	156,3	214,7	6,0	58,5	351,0	14.867,9
Jul	40,0	169,4	365,0	209,0	108,9	22.760,1	3.316,1
Ago	79,6	182,9	325,4	315,0	97,8	30.807,0	-12.398,4
Set	211,7	166,7	193,3	315,0	104,1	32.791,5	-17.185,5
Out	360,0	161,7	45,0	23,3	73,2	1.705,6	10.189,9
Nov	221,6	83,9	183,4	6,0	40,6	243,6	10.218,2
Dez	143,7	24,9	261,3	6,0	65,1	390,6	6.541,9
Total	-	-	-	1200,0	-	121.792,5	9.736,9

Realizou-se a soma do valor economizado em cada cenário para verificar qual é mais vantajoso para diminuir os custos de aquisição de óleo fúsel. Os resultados estão apresentados na Figura 9.

Figura 9 Comparativo financeiro entre as simulações de distribuição de volume



Observa-se que para ambos os casos, se obteve as maiores economias em relação a todos outros cenários do trabalho. De fato, utilizou-se o melhor cenário para o consumo, conforme observado no item 5.1 e trabalhou-se com uma base de fornecedores do grupo 1, de forma que excluísse todas as entregas de caráter de exceção. Apesar do grupo 3 ter gerado a maior economia, o grupo 1 continua sendo o ideal para essa análise, pois mantém uma gama

de 75 fornecedores ao invés de 36 e é capaz de absorver o volume dos fornecedores excluídos (4,2%) diferentemente do grupo 3 que precisaria absorver 29,1%, e não podemos afirmar que esse grupo de fornecedores seja capaz de fornecer essa quantidade a mais em um ano para não comprometer o abastecimento.

No cenário ideal, houveram-se meses em que a quantidade comprada foi muito baixa, como por exemplos janeiro e março. Pela otimização, nesses meses deve se comprar uma quantidade de apenas 6,0 toneladas. Ao realizar a distribuição dessa quantidade entre 75 fornecedores, nenhum recebeu uma quantidade suficiente para que fosse possível realizar uma entrega, dado que a mesma ocorre com cerca de 3,0 toneladas. Por isso, foi necessário realizar a otimização no cenário real de forma que o fracionamento da quantidade nos meses refletisse uma entrega. Dessa forma, pode-se observar que a economia cai de R\$ 15.634,5 para 9.736,90 o que corresponde a uma economia de 7,4% comparado ao custo que se é praticado atualmente.

5.4 Frete

Utilizou-se duas transportadoras, chamadas de A e B, para realizar todas as entregas de óleo fúsel. Inicialmente, obteve-se a média dos gastos mensais e no período de 2017 a 2019 com cada transportadora. Os resultados obtidos estão na Tabela 19.

Tabela 19 Valor total gasto com cada transportadora

Mês	Valor total transportadora A (R\$)	Valor total transportadora B (R\$)
Janeiro	9.772,8	1.712,4
Fevereiro	4.096,4	3.343,0
Março	5.469,9	1.911,5
Abril	4.083,0	5.110,3
Maio	3.697,3	14.321,5
Junho	8.169,3	19.896,9
Julho	23.653,9	33.844,9
Agosto	14.643,7	22.307,0
Setembro	19.863,4	18.724,6

Outubro	11.011,1	12.041,6
Novembro	14.122,2	11.909,2
Dezembro	10.707,6	5.961,2

Em seguida obteve-se a quantidade média entregue em cada mês. Os resultados obtidos estão na Tabela 20.

Tabela 20 Quantidade média mensal transportada por cada transportadora

Mês	Volume total transportadora A (ton)	Volume total transportadora B (ton)
Janeiro	34,5	10,0
Fevereiro	9,8	13,7
Março	12,9	7,1
Abril	11,3	32,0
Maio	11,4	91,4
Junho	31,5	109,1
Julho	70,6	168,0
Agosto	47,9	130,6
Setembro	55,1	87,9
Outubro	30,1	75,3
Novembro	39,3	50,3
Dezembro	32,6	25,8

Obteve-se o deslocamento médio em cada mês. Os resultados obtidos estão na Tabela 21.

Tabela 21 Deslocamento médio mensal transportada por cada transportadora

Mês	Deslocamento transportadora A (km)	Deslocamento transportadora B (km)
Janeiro	8.325,7	3.335,7
Fevereiro	2.347,3	3.075,0

Março	3.590,3	1.909,0
Abril	2.544,7	5.986,7
Maio	2.158,0	16.129,7
Junho	4.611,0	19.499,0
Julho	14.205,7	37.475,3
Agosto	7.829,0	27.217,3
Setembro	10.375,7	15.610,7
Outubro	6.103,3	10.420,0
Novembro	9.298,0	8.469,7
Dezembro	5.761,7	4.306,0

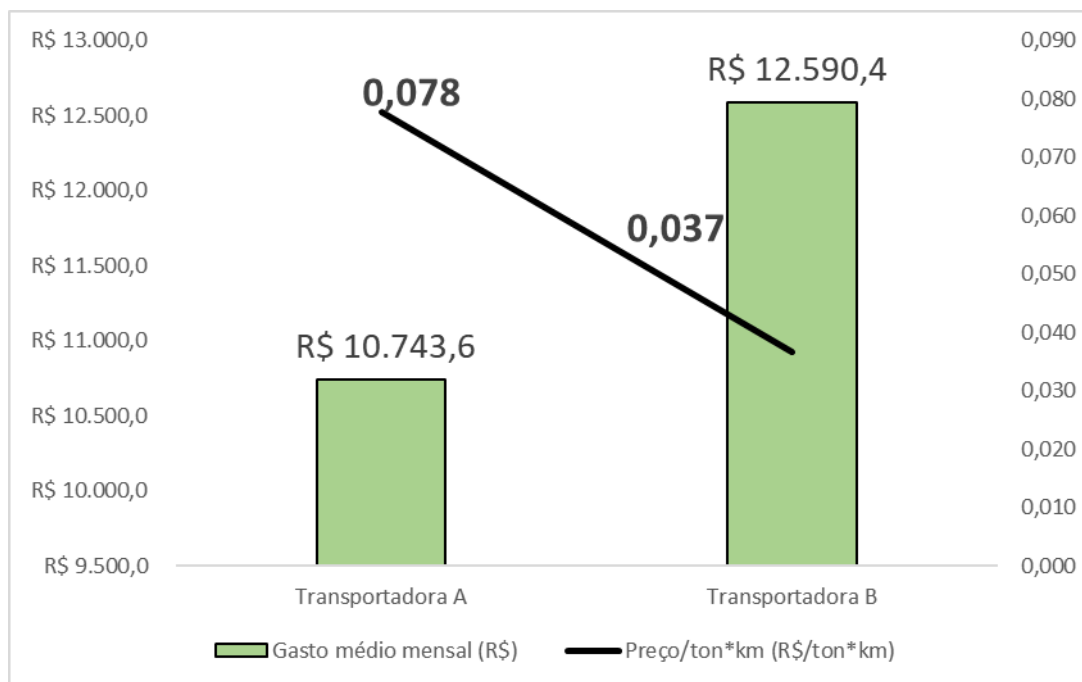
Posteriormente, obteve-se o preço médio por tonelada por quilômetro deslocado. Os resultados obtidos estão na Tabela 22.

Tabela 22 Preço médio por tonelada por quilômetro com cada transportadora

Mês	Preço transportadora A (R\$/ton*km)	Preço transportadora B (R\$/ton*km)
Janeiro	0,034	0,051
Fevereiro	0,178	0,079
Março	0,118	0,141
Abril	0,142	0,027
Maio	0,151	0,010
Junho	0,056	0,009
Julho	0,024	0,005
Agosto	0,039	0,006
Setembro	0,035	0,014
Outubro	0,060	0,015
Novembro	0,039	0,028
Dezembro	0,057	0,054

Realizou-se a média dos valores gastos mensalmente com cada transportadora para verificar qual é mais vantajosa para diminuir os custos de aquisição de óleo fúsel. Os resultados estão apresentados na Figura 10.

Figura 10 Comparativo financeiro entre o gasto médio mensal e preço/km*ton



Pode-se observar que no período de três anos com a transportadora A foi gasto em média R\$ 10.773,6 por mês e transportou em média um total de 32,2 toneladas de óleo fúsel por mês, chegando em um preço médio de R\$ 0,078/ton*km. No mesmo período de três anos com a transportadora B foi gasto em média R\$ 12.590,4 por mês e transportou em média um total de 66,8 toneladas de óleo fúsel por mês, chegando em um preço médio de R\$ 0,037/ton*km. Dado que cerca de 32,6% do volume anual foi transportado pela transportadora A e o preço médio/ton*km da transportadora A é 50% maior do que o da transportadora B pode-se economizar cerca de R\$ 64.918,7, o que corresponde a 23,2% do valor gasto anualmente, caso houvesse a substituição integral da transportadora A.

6. Conclusão

O estudo realizado permitiu analisar o processo de compra da matéria-prima óleo fúsel. Foram realizadas simulações que otimizaram bem o processo de compra, alterando o consumo mensal, a quantidade comprada em cada mês, o grupo de fornecedores de óleo fúsel e diminuindo os custos totais de aquisição.

A análise no cenário em que o consumo foi proporcional a disponibilidade de etanol no mercado foi o cenário onde se obteve a maior economia, sendo um total de R\$ 3.633,0 que equivale a uma economia de 2,76% no ano. O cenário em que se manteve o consumo igual atualmente e apenas otimizou a quantidade de compra em cada mês demonstrou uma boa economia. Isso se deve ao fato de permitir comprar uma maior quantidade de toneladas nos meses de safra onde existe uma maior disponibilidade do produto e consequentemente um menor preço de aquisição.

Entre os grupos avaliados, os fornecedores do Grupo 3 proporcionaram uma maior economia frente os demais, sendo um total de R\$5.259,20 que equivale a uma economia de 4,00% no ano. Isso se deve ao fato de que é mais fácil negociar melhores preços se tratando de grandes quantidades, pois para o fornecedor é uma garantia de que seu produto será comprado. No entanto, esse não foi o melhor cenário, pois esse grupo de fornecedores correspondem a 70,9% da quantidade total e não se pode afirmar que eles são capazes de fornecer a quantidade restante. Portanto, conclui-se que quadro de fornecedores do Grupo 1 fornece um cenário mais apropriado dado que são responsáveis por 95,8% da quantidade total e além disso gerou uma alta economia de R\$4.602,6 que equivale a 3,50% no ano.

A análise separando os fornecedores em quantidade fornecida mostrou suas limitações. Para isso, realizou-se a análise simulando diferentes distribuições para cada fornecedor visando diminuir os custos. Em um primeiro momento, obteve-se a maior economia do trabalho de R\$ 15.634,5 o que equivale a 11,89% de economia no ano, porém tal cenário se mostrou descolado da realidade de forma que, avaliou-se esse cenário com outras premissas e obteve-se uma economia de R\$ 9.736,9 que equivale a 7,40% no ano. Desse modo, conclui-se que ajustando a demanda de produção para se ajustar com a disponibilidade de etanol no mercado, realizando a maior quantidade de compras nos meses de safra realizando uma distribuição de quantidade direcionada entre os fornecedores obtém-se a maior economia do trabalho que pode ser realizada na prática.

Outra variável avaliada inerente ao processo foi o frete, pois trabalhou-se com duas transportadoras distintas. Foi observado que o preço por tonelada transportada por quilômetro deslocado da transportadora B é 50,0% mais barato que da transportadora A. Caso fosse utilizado integralmente a transportadora B, seria possível obter R\$ 64.918,7 o que equivale a uma economia de 23,2% no ano nos custos com frete. De forma geral, os custos com aquisição da matéria-prima e frete poderiam ser reduzidos de R\$ 411.536,7 para R\$ R\$ 336.881,0 o que reduziria em 18,1% os custos anuais do processo como um todo.

De forma geral, com este trabalho, foi possível concluir que com mudanças na demanda de produção, na quantidade comprada em cada mês, com uma seleção de fornecedores visando distribuir as maiores quantidades pros fornecedores com menor preço médio por tonelada e avaliando os custos com diferentes transportadoras é possível obter uma redução significativa dos custos sem realizar alterações estruturais.

7. Referências Bibliográficas

- Afolabi, O. J., Onifade, M. K., & F., O. O. (2017). Evaluation of the Role of Inventory Management in Logistics Chain of an Organisation. *LOGI – Scientific Journal on Transport and Logistics*.
- Ballou, R. H. (1997). BUSINESS LOGISTICS - IMPORTANCE AND SOME RESEARCH OPPORTUNITIES . *GESTÃO & PRODUÇÃO* v.4 n.2, 117-129.
- Ben-Daya, M., As'ad, R., & Seliaman, M. (2013). An integrated production inventory model with raw material replenishment considerations in a three layer supply chain. *Int. J. Production Economics* 143, 53-61.
- Boute, R. N., Disney, S. M., Lambrecht, M. R., & Houdt, B. V. (2014). Coordinating lead times and safety stocks under autocorrelated demand. *European Journal of Operational Research* 232, 52-63.
- Cerro, R. L., Higgins, B. G., & Whitaker, S. (2014). *Material Balances for Chemical Engineers*.
- Commerce, I. C. (2019). <https://iccwbo.org/resources-for-business/incoterms-rules/incoterms-2020/>. Fonte: Incoterms 2020.
- CSCMP. (s.d.). *CSCMP*. Fonte: Council of Logistics Management.
- Goh, C. (2018). Excel and Simulation for Accountants. *The Journal of Corporate Accounting & Finance* DOI 10.1002, 133-138.
- Grigoriev, A., Holthuijsen, M., & Klundert, J. v. (2005). Basic Scheduling Problems with Raw Material Constraints.
- Paura, G. L. (2012). *Fundamentos da Logística*. Curitiba: e-Tec Brasil.
- Ralph C. Craft, C. L. (Vol. 40 de 2002). The Pareto principle in organizational decision making. *Management Decision*, pp. 729-733.
- Weaver, W., & Michelson, S. (2003). A practical tool to assist in analyzing risk associated with income capitalization approach valuation or investment analysis. *Appraisal Journal*. 71.4, 335+.
- Wemmerlöv, U. (1984). Assemble-to-order manufacturing: Implications for materials management. *Journal of Operations Management*, 347-368.
- Zhao, Y., Xu, X., & Li, H. (2018). Inventory-Constrained Throughput Optimization for Stochastic Customer Orders. *IEEE TRANSACTIONS ON AUTOMATION SCIENCE AND ENGINEERING*.
- Geraldo, J., Vieira, V., & E-mail, A. M. F. (2012). AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE SERVIÇO LOGÍSTICO DE UMA EMPRESA DISTRIBUIDORA DE AUTOPEÇAS, 1348–1377.
- Alcantara, R. L. C. (2015). Conceituando o serviço logístico e seus elementos, (June 2012).
- Knemeyer, A. M., & Murphy, P. R. (2004). Evaluating the Performance of Third-Party Logistics Arrangements :, 35–51.
- Nazário, P. (1998). Importância de Sistemas Competitividade Logística Informação para a Competitividade Logística.

Di Sergio, L.C., et.al.(2007). A EVOLUÇÃO DOS CONCEITOS DE LOGÍSTICA: UM ESTUDO NA CADEIA AUTOMOBILÍSTICA .NO BRASIL

Gueresci, J.S.(2012). LOGÍSTICA DE TRANSPORTE: A IMPORTÂNCIA DOS CUSTOS

LOGÍSTICOS.Colavite, A. S. (2015). A matriz do transporte no Brasil: uma análise comparativa para acompetitividade .

Wanke, P. (2015). TRANSPORTE DE CARGAS NO BRASIL : ESTUDO EXPLORATÓRIO DAS PRINCIPAIS VARIÁVEIS RELACIONADAS AOS DIFERENTES MODAIS E ÀS SUAS, (March).

Sigma-Aldrich. FICHA DE DADOS DE SEGURANÇA<<http://sites.ffclrp.usp.br/cipa/fispq/Alcool%20isobutilico.pdf>>Acesso em: 17 nov. 2019, 14:20.

Sigma-Aldrich. FICHA DE DADOS DE SEGURANÇA<[http://sites.ffclrp.usp.br/cipa/fispq/Alcool%20amilico%20\(1-Pentanol\).pdf](http://sites.ffclrp.usp.br/cipa/fispq/Alcool%20amilico%20(1-Pentanol).pdf)>Acesso em: 17 nov. 2019, 14:25.

APÊNDICE A

Tabela 23 Preço médio dos fornecedores (R\$)

Fornecedor	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1	94,6	122,8	94,1	101,2	106,8	83,9	93,9	55,8	109,6	121,5	108,9	122,5
2	124,2	112,9	101,4	96,3	121,6	109,3	98,7	109,3	110,1	118,0	107,7	93,3
3	116,2	131,5	121,3	122,4	116,6	112,4	114,6	115,5	110,9	115,8	125,0	123,1
4	118,6	114,4	115,8	90,2	73,6	106,9	113,7	114,9	93,3	127,7	111,8	99,5
5	134,5	125,3	129,6	135,2	125,1	129,3	126,6	122,2	126,3	133,9	139,8	128,6
6	109,9	108,3	108,9	118,7	99,3	128,0	123,4	107,3	113,2	131,9	131,4	117,2
7	82,5	102,7	93,6	84,2	88,3	86,3	91,8	74,4	72,9	82,9	100,2	82,7
8	80,0	108,9	81,3	116,1	99,1	97,9	91,4	81,4	88,1	67,4	76,4	123,9
9	90,9	72,0	73,1	78,0	70,2	70,2	74,5	76,4	64,8	69,5	101,8	86,1
10	130,6	149,3	129,7	137,4	125,0	136,4	124,0	128,3	134,2	134,0	125,4	127,8
11	141,5	141,9	141,2	139,5	139,5	143,8	137,5	136,1	141,4	142,1	138,5	137,0
12	104,4	109,8	93,1	96,7	79,1	104,7	123,9	93,5	124,9	96,4	125,1	119,3
13	125,1	106,9	117,4	107,4	123,4	121,7	118,2	95,5	145,7	123,2	124,7	124,2
14	129,5	20,1	93,3	122,3	120,9	83,2	113,7	113,2	104,1	86,7	85,7	103,8
15	107,6	111,3	110,6	114,3	111,2	105,0	108,6	111,5	111,8	112,3	109,4	106,4
16	106,0	125,4	110,5	116,0	110,3	133,2	80,5	95,4	109,4	135,3	118,3	127,4
17	115,7	126,4	87,4	94,4	126,4	129,5	87,6	81,2	31,2	66,2	103,3	100,8
18	170,6	123,5	173,2	166,4	182,0	121,7	138,0	136,5	165,0	144,0	161,2	217,9
19	114,2	116,5	100,4	114,1	94,3	107,6	114,4	110,9	104,4	103,9	115,9	115,0
20	113,8	106,8	101,6	122,3	89,9	120,5	107,3	112,5	99,5	130,3	114,4	108,5
21	117,1	130,3	120,9	131,4	123,9	153,8	130,6	105,8	123,8	119,7	134,2	124,5
22	112,0	105,1	116,0	111,8	110,2	116,2	122,2	124,9	116,9	118,3	104,4	112,4
23	114,4	124,8	114,7	104,7	118,4	122,1	129,8	119,2	128,7	112,0	124,0	119,4
24	87,9	89,2	102,2	94,3	91,4	82,8	84,5	83,2	105,8	88,9	82,1	91,3
25	116,1	114,5	112,8	124,7	115,1	123,6	125,8	111,4	120,0	122,5	112,3	98,9
26	141,0	111,8	120,6	96,1	116,5	135,3	117,3	103,2	138,7	131,2	118,2	106,0
27	106,0	76,2	112,8	86,9	93,6	110,8	108,1	110,3	106,8	90,5	87,3	107,0
28	122,4	109,7	101,2	117,9	112,7	132,6	117,0	84,2	118,8	110,5	120,7	136,1
29	114,5	128,6	118,2	127,5	119,3	123,2	117,6	132,6	109,6	112,7	121,1	126,8
30	95,4	94,3	90,8	87,6	91,6	96,4	93,3	86,4	91,6	86,3	107,2	93,4
31	97,8	107,8	101,5	108,2	109,7	96,5	101,4	96,6	115,4	111,0	102,8	111,3
32	111,9	121,8	98,8	128,2	101,4	97,0	78,3	122,2	118,1	155,0	126,6	101,0
33	70,3	67,0	103,5	71,8	82,0	91,9	77,7	74,7	65,1	89,4	69,3	83,3
34	52,1	82,8	97,3	60,5	119,2	60,3	81,7	77,8	104,9	88,8	6,9	114,8
35	116,4	110,4	121,7	114,8	122,8	110,6	117,4	102,3	113,2	121,6	121,6	115,6
36	115,4	115,5	125,8	117,8	114,6	113,4	100,6	109,0	114,2	110,0	119,8	106,4
37	142,1	144,2	131,1	128,7	148,8	132,8	141,8	138,7	140,0	145,9	159,4	136,2
38	84,6	94,3	119,1	80,3	108,1	119,4	54,8	105,3	110,6	115,3	106,1	105,3

39	103,1	96,4	96,7	93,7	95,2	103,5	91,4	100,0	93,2	93,6	106,5	103,2
40	150,3	116,0	140,0	137,6	126,8	123,5	126,6	118,6	115,6	125,0	124,1	130,1
41	118,4	119,0	97,0	107,9	115,4	105,3	110,1	101,8	116,9	90,6	115,5	117,1
42	110,4	121,9	126,3	112,5	100,1	114,5	131,9	132,8	127,4	125,2	119,3	123,3
43	101,1	113,9	126,9	110,5	122,4	123,5	101,2	122,1	118,8	121,8	101,5	99,3
44	101,7	77,8	92,8	80,3	90,6	122,9	87,3	112,4	89,5	83,5	82,7	105,1
45	150,4	148,7	150,4	149,2	149,1	151,5	148,7	148,6	145,7	149,8	147,6	148,3
46	92,1	81,2	86,4	95,6	81,4	78,8	83,6	70,8	93,9	95,8	92,1	91,7
47	110,1	101,9	114,1	112,6	124,3	114,9	102,2	106,3	109,7	102,2	111,5	117,7
48	128,3	127,4	129,5	123,3	117,2	126,3	137,9	119,0	122,6	126,4	121,3	119,6
49	128,4	132,3	161,3	144,2	136,6	133,8	151,2	37,0	72,8	86,9	136,3	94,4
50	106,4	104,4	105,3	111,0	108,7	104,0	108,7	105,0	104,4	108,7	112,9	105,7
51	121,1	119,8	122,0	104,3	111,6	123,2	119,2	105,9	116,1	112,2	125,1	100,7
52	103,5	104,2	104,3	110,0	98,7	115,2	101,5	124,9	99,8	99,8	94,1	99,1
53	88,4	101,3	66,2	71,5	93,3	126,1	81,9	65,9	65,7	63,8	91,0	64,7
54	108,9	106,4	94,1	99,8	99,8	97,8	91,0	105,3	102,4	108,7	106,5	97,3
55	85,8	137,0	100,4	98,0	126,7	124,0	122,0	133,8	106,4	147,4	116,6	128,7
56	87,3	86,1	94,3	90,5	91,8	95,7	100,9	95,5	95,0	88,3	101,1	81,0
57	144,5	126,4	152,9	127,1	148,1	108,9	99,3	115,4	158,4	145,0	132,7	154,3
58	82,8	83,0	77,0	83,3	84,0	72,5	77,8	77,1	73,9	90,6	92,4	91,8
59	91,5	90,5	97,0	98,4	102,9	76,6	88,9	99,2	98,8	87,9	106,4	94,0
60	108,0	106,4	107,4	109,7	102,0	104,0	108,5	107,9	102,3	108,9	103,1	109,5
61	103,3	101,6	104,9	103,4	106,6	106,9	110,8	104,8	109,7	112,6	104,3	104,3
62	153,6	101,3	98,7	64,7	122,4	56,8	65,4	73,0	110,9	76,0	101,7	92,2
63	138,3	101,8	104,1	104,8	121,6	123,4	96,1	118,7	125,9	144,0	135,5	115,7
64	138,8	133,6	133,8	153,3	153,4	150,5	138,3	156,6	128,3	131,8	135,1	144,5
65	100,9	112,0	104,7	102,7	108,5	111,2	101,3	122,0	105,8	106,5	109,9	100,4
66	130,5	115,8	129,6	134,0	129,6	100,0	139,1	92,8	107,9	101,7	130,7	108,7
67	123,0	125,0	128,0	116,0	112,9	127,8	128,0	104,9	130,8	116,9	120,9	124,3
68	116,7	111,1	114,3	114,4	108,7	112,0	114,9	107,8	107,2	116,9	121,1	117,3
69	97,8	95,1	100,1	101,6	102,5	92,9	100,6	101,5	100,5	99,0	102,0	100,5
70	116,1	157,8	140,2	65,4	129,9	100,1	63,5	75,1	132,3	148,4	79,1	126,1
71	87,8	89,5	111,4	105,5	106,8	101,7	130,9	73,1	115,7	95,8	122,1	117,6
72	83,2	63,6	86,8	91,7	66,3	74,6	83,2	69,7	59,8	57,8	81,7	65,4
73	121,4	114,4	108,6	119,2	106,7	114,3	101,7	108,7	112,3	117,9	107,0	120,1
74	150,5	145,7	135,9	137,2	130,4	158,1	156,0	155,4	126,2	156,8	147,0	140,4
75	70,0	78,3	80,5	76,4	66,5	73,0	65,7	76,9	69,0	89,1	74,3	73,8

APÊNDICE B

Tabela 24 Distribuição ideal para cada fornecedor

Fornecedor	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01
2	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
3	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
4	0,01	0,01	0,01	0,01	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
5	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
6	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
7	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,05
8	0,05	0,01	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,05	0,05	0,01
9	0,01	0,05	0,05	0,02	0,05	0,05	0,05	0,01	0,05	0,05	0,01	0,02
10	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
11	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
12	0,01	0,01	0,01	0,01	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
13	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
14	0,01	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
15	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
16	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
17	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,05	0,05	0,01	0,01
18	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
19	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
20	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
21	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
22	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
23	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
24	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01
25	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
26	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
27	0,01	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
28	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
29	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
30	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
31	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
32	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
33	0,05	0,05	0,01	0,05	0,02	0,01	0,05	0,01	0,05	0,01	0,05	0,05
34	0,05	0,01	0,01	0,05	0,01	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,05	0,01
35	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
36	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
37	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
38	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01

APÊNDICE C

Tabela 25 Distribuição real para cada fornecedor

Fornecedor	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1	0	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
2	0	0,05	0,50	0,06	0,00	0,00	0,06	0,04	0,02	0,13	0,00	0,00
3	0	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
4	0	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
5	0	0,00	0,00	0,06	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,13	0,00	0,50
6	0	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
7	0	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
8	0	0,01	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0	0,01	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00
10	0	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
11	0	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
12	0	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
13	0	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
14	0	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
15	0	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
16	0	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
17	0	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
18	0	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
19	0	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00
20	0,5	0,00	0,00	0,06	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00
21	0	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
22	0	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
23	0	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
24	0	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
25	0	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
26	0	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
27	0	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
28	0	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00
29	0	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
30	0	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
31	0	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
32	0	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
33	0	0,02	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,02	0,03	0,00	0,00	0,00
34	0	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
35	0	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
36	0	0,02	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03	0,00	0,00	0,00
37	0,5	0,01	0,00	0,06	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00
38	0	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,05	0,05	0,00	0,00	0,00
39	0	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,04	0,05	0,00	0,00	0,00

40	0	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
41	0	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,04	0,13	0,00	0,00
42	0	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03	0,00	0,00	0,00
43	0	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
44	0	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,04	0,00	0,00	0,00
45	0	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00
46	0	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00
47	0	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00
48	0	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00
49	0	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
50	0	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
51	0	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
52	0	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00
53	0	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
54	0	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
55	0	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
56	0	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
57	0	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
58	0	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
59	0	0,01	0,00	0,11	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,13	0,00	0,00
60	0	0,00	0,00	0,06	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,13	0,00	0,00
61	0	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
62	0	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
63	0	0,06	0,00	0,11	0,00	0,00	0,07	0,05	0,04	0,13	0,00	0,00
64	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,13	0,00	0,50
65	0	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
66	0	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
67	0	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
68	0	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
69	0	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
70	0	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
71	0	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
72	0	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
73	0	0,06	0,00	0,06	0,00	0,00	0,04	0,06	0,04	0,13	0,00	0,00
74	0	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
75	0	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00